



Département Amélioration des
Méthodes pour l'Innovation
Scientifique
Cirad-amis

**EXPERIMENTATION D'UN GROUPE ELECTROGENE
FONCTIONNANT A L'HUILE DE COPRAH SUR L'ILE
D'OUVEA**

Bilan après 2500 heures de fonctionnement

Gilles VAITILINGOM
Alain LIENNARD
CIRAD AMIS n° 6/98

SOMMAIRE

<i>I. - Introduction</i>	<i>p. 3</i>
<i>II. - Rappel des objectifs de l'expérimentation.</i>	<i>p. 4</i>
<i>III. - Rappel des phases précédentes.</i>	<i>p. 7</i>
<i>IV. - Bilan après deux ans et 2500 heures de fonctionnement.</i>	<i>p. 15</i>
<i>V. - Perspectives de développement dans le Pacifique Sud.</i>	<i>p. 26</i>
 <i>Annexe 1 : suivi des performances.</i>	 <i>p. 29</i>
<i>Annexe 2 : suivi du lubrifiant.</i>	<i>p. 35</i>
<i>Annexe 3 : mesure des émissions dans les gaz d'échappement.</i>	<i>p. 46</i>
<i>Annexe 4 : fiche d'entretien du groupe.</i>	<i>p. 52</i>
<i>Annexe 5 : coût de trituration pour 400 t./an</i>	<i>p. 54</i>

I. Introduction.

Cette opération est certainement exceptionnelle dans le Pacifique Sud et peut être inédite dans le monde par sa taille et son contexte.

L'huile végétale carburant dans le monde

Les premières expériences d'huile végétale carburant sont attribuées à Rudolf Diesel lui-même lors de l'exposition coloniale de Paris en 1900. Depuis les huiles végétales tropicales ont fait l'objet d'études, de tests et même d'utilisations massives (2nde guerre mondiale) en fonction des aléas liés aux coûts ou à la disponibilité du pétrole.

Plus récemment les grands congrès internationaux permettaient de recenser près de 150 tests menés à travers le monde entre 1977 et 1982.

Aujourd'hui l'Europe utilise 1,2 millions de tonnes/an d'huiles de colza et de tournesol, essentiellement sous forme d'esters méthyliques, à des fins biocarburants. La filière d'utilisation directe d'huile végétale* est bien plus réduite mais en France, par exemple, une centaine d'engins agricoles et véhicules légers utilisent quotidiennement des huiles de colza et de tournesol.

* : il s'agit d'huiles semi-raffinées ou de qualité alimentaire.

Dans le monde tropical des utilisations d'huiles biocarburant existent deci-delà sans réelle dissémination (en 1988 le Cirad a modifié des groupes électrogènes d'huileries cotonnières au Tchad – 1200 KVA et au Mali – 300 KVA).

L'huile de coprah biocarburant dans le Pacifique Sud.

Le Pacifique Sud a connu également un petit nombre d'expériences. Des tests de courte durée tels ceux menés par Ward et Patterson (1978) à Fidji sur un moteur de 6 ch. pendant 20 heures. Galloway et al. (1983) toujours à Fidji, sur un moteur de 2,5 ch.

On peut citer également l'expérience menée en 1983 par UNELCO à Port Vila, qui a fait fonctionner un groupe électrogène de 250 KVA à 100 % d'huile de coprah pendant 50 heures. Le « Fidji Electricity Authority » qui testa un groupe électrogène Caterpillar modifié (Sibley 1992).

Mais les toutes premières expériences de longues durées sont à attribuer à l'IERPS (Institut des Energies Renouvelables du Pacifique Sud) à Tahiti. En 1983 celui-ci, sous les recommandations du CIRAD (dépt. CEEMAT), a développé une petite presse à coprah (40 kg/h) animée par un moteur à huile brute de coco. Toujours sous la même inspiration, l'IERPS a également effectué un peu plus de 100 000 km de 1983 à 1985 avec une Renault 18 diesel utilisant de l'huile brute comme biocarburant. Lors des manifestations de « la science en fête » de 1996 l'Institut citait la poursuite d'expérimentation sur une CLIO diesel fonctionnant avec 100 % d'huile de coprah. L'Electricité de Tahiti avait dans le même temps fait fonctionner un groupe de 40 KVA et un Toyota Land Cruiser avec de l'huile de coco comme seul carburant.

Une autre expérience longue durée fut menée par le NRI (G.B.) en 1991. J.M. Jones et al. ont testé, en laboratoire, pendant 500 heures un groupe électrogène de 15 KVA alimenté avec un mélange 80 % huile de coco et 20 % fioul.

L'idée d'utiliser de l'huile de coprah comme biocarburant dans le Pacifique Sud a été

portée en 1983 par Dan Etherington (Australian National University) dans son approche « Coconut oil as a fuel for remote South Pacific locations ». Ses travaux sur les moteurs avec D. Hagen n'ont été que de courte durée, il s'est plus attaché aux conditions de production locale d'huile de coco vierge par une approche « Direct micro process ».

Il ressort de ces différentes expériences que si l'application véhicules a été et est encore utilisée, c'est avant tout la génération d'électricité qui motive le plus d'intérêt dans le Pacifique Sud. Mais aucun test de longue durée ne semble avoir été pratiqué avec succès jusqu'à présent.

L'expérience d'Ouvéa est en ce sens inédite car elle réunit à la fois la longue durée et les conditions réelles d'exploitation pour la fourniture d'électricité à partir d'huile brute de coprah.

Dans un monde d'internationalisation des échanges, de déplacement des pôles de consommation énergétique, de sauvegarde et de gestion de l'environnement, de contrôle de l'accroissement de l'effet de serre... cette opération n'est peut être pas mal venue !

En effet, les réflexions en électrification rurale décentralisée commencent à prendre en compte les énergies locales et les biocarburants.

Le succès technique de cette expérience ouvre sur l'électrification rurale et sur la diversification du coco contribuant ainsi à la stimulation du développement économique et social local.

II.- Rappel des objectifs de l'expérimentation.

- a. Valider la possibilité d'emploi d'huile de coprah seule ou en mélange avec du fioul ou du gazole dans des moteurs diesels industriels faiblement transformés.
- b. Suivre en continu l'évolution des performances sur 2000 heures d'un groupe électrogène alimenté avec de l'huile de coprah, en référence au fioul, grâce à un suivi scientifique renforcé.
- c. Fournir des éléments permettant l'évaluation en conditions réelles :
 - des performances et rendements comparés à ceux obtenus avec le fioul,
 - de la qualité des équipements spécifiques à l'usage des huiles végétales,
 - de la longévité de ce type de groupe utilisé dans les conditions d'exploitation de l'huilerie d'Ouvéa.
- d. Confirmer la faisabilité technique et économique de production d'énergie à partir d'huile de coco, pour les îles et atolls de la région du Pacifique Sud, producteurs de coprah.

Cette action a été financée par la Province des Iles Loyauté (PIL) et le Comité Territorial pour la Maîtrise de l'Energie (CTME).

Le CIRAD, à travers son mandat de gestion établi avec le Territoire de Nouvelle Calédonie, a été chargé de l'exécution de cette action.

Le contenu technique et financier est décrit dans un contrat liant le CIRAD à la Province des Iles Loyauté, au CTME et à la Coopérative Agricole et Aquacole des Producteurs d'Ouvéa (CAAPO).

Un groupe électrogène de 90 KVA - triphasé 400V - 50 Hz - entraîné par un moteur Diesel fonctionnant à l'huile brute de coprah a été fourni par une société française suivant les spécifications et modifications indiquées par le CIRAD. Il était destiné à remplacer le groupe standard gazole qui alimentait en énergie l'huilerie de la CAAPO à Ouvéa.

Ce groupe a fait l'objet de tests de référence très complets avant son expédition de métropole.

Sa mise en service a eu lieu en septembre 95.

Le présent rapport a pour objet de faire, comme prévu dans les conventions, le bilan de cette expérimentation après deux années d'exploitation, représentant 2500 heures de fonctionnement.

Les partenaires :

Province des Iles Loyauté (PIL)
BP 50 WE
98820 LIFOU

CIRAD
Mandat de gestion
Département technologie rurale
Port Laguerre
BP 73 PAITA

CTME
1 ter, rue E. Unger 1^{ère} vallée du TIR
BP 465 98800 NOUMEA

CAAPO
Huilerie
BP 38
HWADRILLA
98814 OUVEA



L'huilerie de la CAAPO à OUEVA

III. - Rappel des phases précédentes.

Trois phases ont déterminé le déroulement de cette expérimentation :

- des tests et essais de référence en métropole,
- la mise en service du groupe et de ses équipements dans l'huilerie de la CAAPO,
- le suivi permanent des performances et de l'état du groupe électrogène.

Trois rapports précisent ces phases :

« Expérimentation d'un groupe électrogène fonctionnant à l'huile de coprah » :

- « Tests de référence » ; rapport CIRAD-SAR n° 72/95
- « Mise en service du groupe de 90 KVA. Huilerie de la CAAPO à OUEVA » ; rapport CIRAD-SAR n° 108/95
- « Mission de vérification des performances. Octobre 96 » ; rapport CIRAD-SAR n° 118/97.

III.1- rappel des tests de référence.

Ils ont permis de :

- vérifier la conformité du groupe au cahier des charges : puissance nominale de 90 KVA, démarrage au fioul et passage automatique au coprah, ...
- comparer les performances du groupe au fioul et au coprah : puissance, consommation, rendement, émissions de gaz à l'échappement.

Ces tests de laboratoire très complets ont été effectués en métropole avec du fioul du commerce et de l'huile de coprah en provenance de l'huilerie de la CAAPO. Ils ont comporté quatre volets :

- tests de réception.
- tests de qualité de fonctionnement.
- tests de performance.
- mesure des émissions de gaz réglementées et non réglementées.

En conclusion :

Le groupe électrogène a bien répondu au cahier des charges défini par le CIRAD et la PIL.

* *Les tests de réception* ont permis de s'assurer de la qualité du matériel utilisé (moteur, alternateur et périphériques spéciaux installés par la Société E.T.P.).

* Le cahier des charges prévoyait que le CIRAD mette au point un système de démarrage et arrêt au fioul, le passage sur l'huile de coprah étant réalisé automatiquement après réchauffage et liquéfaction de ce dernier. *Les tests de qualité de fonctionnement* ont pu valider cet aspect particulièrement important pour cette opération à Ouvéa où, pendant une partie de l'année, l'huile de coprah peut figer dans les réservoirs.

* *Les tests de performances* ont été l'occasion d'effectuer une vingtaine d'heures sous contrôle scientifique et de procéder aux mesures d'émissions dans les gaz d'échappement.

Globalement il ressort que quel que soit le carburant, fioul ou huile de coprah, les rendements sont identiques.

En matière d'émissions réglementées ou non réglementées dans les gaz d'échappement, les résultats se sont révélés très proches pour les deux carburants.

III.2- rappel de la mise en service du groupe.

- Mise en service :
- Premières exploitations :
- Système d'acquisition des données de fonctionnement :

Mise en service

La caisse contenant le groupe et ses équipements avait voyagé sans aucun dégât apparent.

Gazole pour les démarrages et huile de coprah brute ont été introduits dans leur réservoir respectif.

Après remplissage en acide des batteries neuves et introduction du lubrifiant dans le carter du moteur, le groupe a démarré immédiatement. *Photo 1*

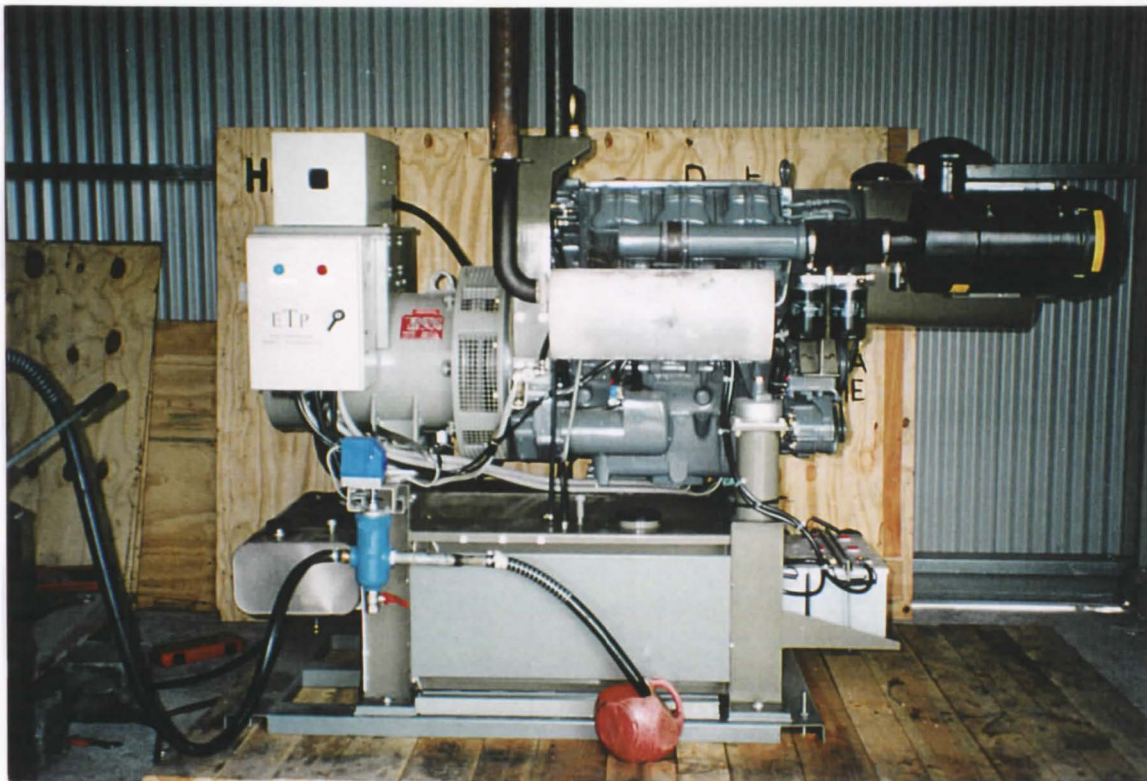


Photo 1 : le groupe électrogène 90 KVA à huile de coprah

Premières exploitations.

Après connexion des câbles de puissance à l'armoire de distribution d'énergie de l'huilerie, le groupe à huile brute de coprah a commencé son exploitation le 27 septembre 1995.

Le remplissage du réservoir en huile brute de coprah se fait grâce à une pompe de fût manuelle à travers un filtre à peignes autonettoyant (filtration 50 microns). *Photo 2*

Ceci garanti une huile déjà très bien filtrée avant de traverser le filtre du moteur. *Photo 3*

La fourniture d'énergie est très bien assurée par le groupe ainsi que l'avaient prévu les tests de performances antérieurs. En cours de production l'huilerie et ses bâtiments appellent entre 26 et 85 ampères sous 400 volts, soit entre 25% et 80% de la capacité maximale du groupe (photo 4).

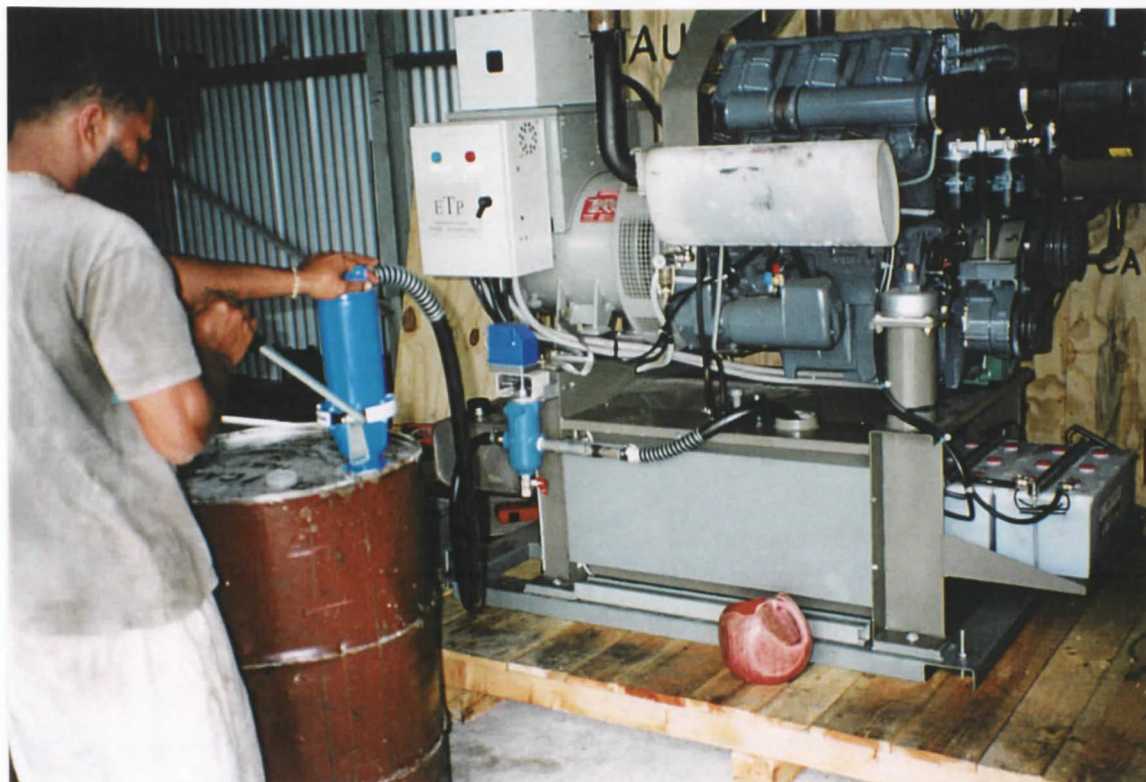


Photo 2 : Remplissage en huile de coprah à travers un filtre 50 microns.

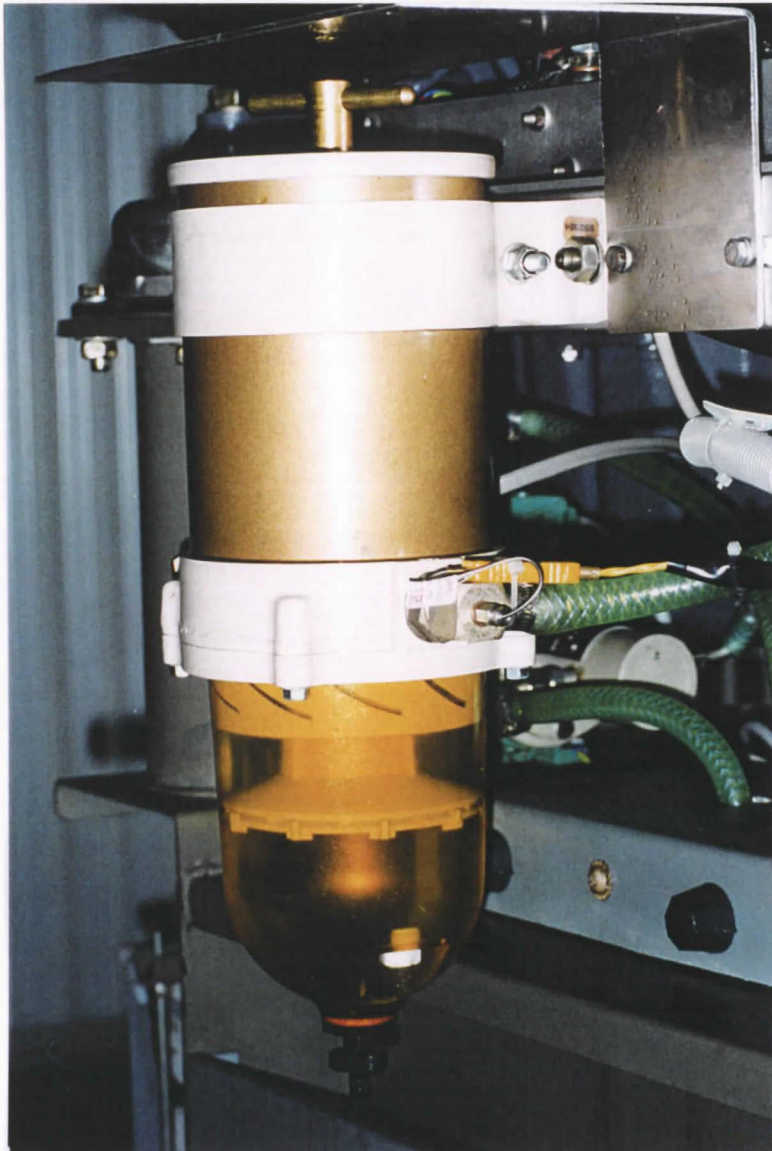


Photo 3 : Le filtre spécial du moteur à huile de coprah

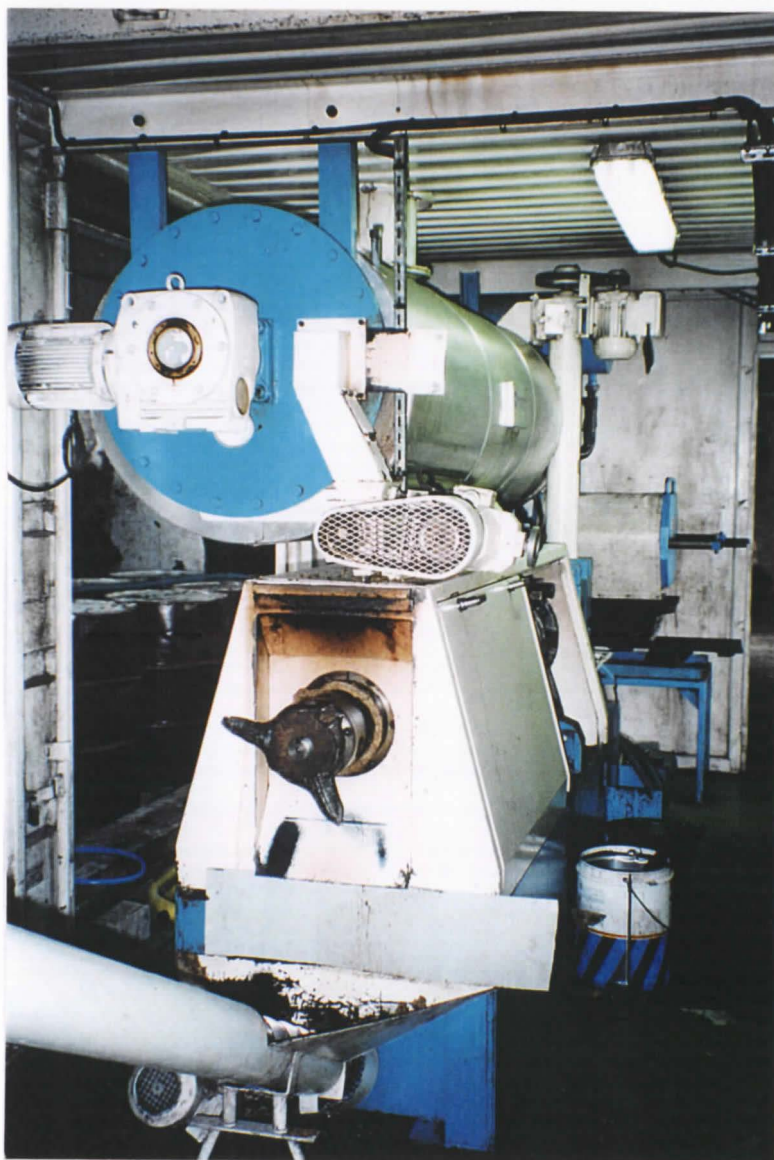


Photo 4 : toute l'énergie, éclairage et production, est générée grâce à une partie de l'huile produite

Système d'acquisition des données de fonctionnement.

Il a été prévu un suivi détaillé du groupe électrogène grâce à une centrale d'acquisition et de capteurs installés en métropole :

- mesure de la consommation,
- capteur inductif détectant la fréquence du groupe,
- thermocouple mesurant la température à l'échappement,
- thermocouple mesurant la température de l'air admis,
- thermocouple mesurant la température du carburant,
- conditionneur donnant la puissance active délivrée.

A partir de ces relevés il est possible de suivre :

- l'utilisation réelle du groupe,
- l'évolution des performances au cours du temps (consommation, rendement, puissance),
- les dégradations éventuelles du fonctionnement.

Ces informations sont nécessaires à l'analyse du fonctionnement pendant les 2000 heures de suivi à la CAAPO.

III.3- mission de suivi des performances du groupe après une année soit 570 heures.

Cette étape à mi-parcours de l'expérimentation avait pour double objet de diagnostiquer les causes de pannes répétitives des automatismes fioul/coprah et d'établir un bilan prédictif de l'installation. On répondait ainsi aux points « b et c » des objectifs de l'expérimentation (voir II page 4).

- vérifications et réactualisation des équipements.
- formation complémentaire des employés de la CAAPO.
- poursuite de l'opération.

Les vérifications et réactualisation des équipements.

En octobre 1996, soit un an après sa mise en service, le groupe totalisait 570 heures de fonctionnement ¹.

Celui-ci était en parfait état, mais fonctionnait dans des conditions hors normes compte-tenu de différents branchements non conformes. Ces branchements faisaient suite à des interventions de remplacement d'appareils de la part des intervenants. Ces éléments ayant souffert de vibrations ou de la température élevée régnant dans le local.

Une intervention rapide a permis de remettre le groupe en service normal.

¹ il totalisera 2200 heures en octobre 1997.

Ces équipements ont été transférés dans une armoire de grande dimension, murale et repérée par fonctions. L'ensemble est donc à l'abri des vibrations et comporte une ventilation qui permet de s'affranchir de l'ambiante qui approche les 50°C dans le local.

Suite à différentes remarques montrant une périodicité rapprochée des changements de filtre à carburant-coprah, nous avons constaté une importante quantité de sédiments dans le réservoir principal. Cela n'est pas consécutif à l'utilisation d'une huile de mauvaise qualité mais provient des fûts de transfert qui sont sales. Le filtre tampon qui doit permettre d'éviter ce fait n'ayant pas toujours été utilisé.

Un système de vidange du réservoir a été conçu sur place et une périodicité de vérification avec vidange éventuelle imposée.

Le groupe a été testé en puissance et satisfait parfaitement aux performances imposées.

La formation complémentaire des employés de la CAAPO.

L'intervention a duré deux semaines au total.

Elle a été effectuée en présence quasi permanente du responsable technique du groupe à coprah de la CAAPO et de Monsieur G. Le Thiec du programme de technologie rurale.

Les différents éléments du moteur et des automatismes associés ont été commentés ainsi qu'une explication détaillée du fonctionnement des différents éléments d'automatisme lors du cycle de démarrage et d'arrêt du groupe.

Une séance de formation à la recherche de panne a été dispensée.

Cependant, il est à noter que les responsables locaux ne sont pas formés à la mécanique industrielle ni à l'entretien de moteurs.

Poursuite de l'opération.

Le groupe électrogène à coprah de la CAAPO totalisait 570 heures de fonctionnement.

L'huilerie cumulait prêt de 4000 heures.

On pouvait constater une réelle volonté des intervenants de la CAAPO qui mènent leur unité de pressage avec beaucoup de courage et de détermination.

Cependant, ces personnes n'avaient jamais reçu de formation spécifique dans aucun de ces domaines relatifs aux matériels de l'huilerie.

Si le fonctionnement du moteur devait s'effectuer de manière normale grâce à une maintenance et une utilisation correcte, il était à signaler une chute de rendement de la presse à coprah.

Il fallait sans tarder décider de renouveler certaines pièces d'usure sur l'unité de pressage et la venue d'un expert paraissait souhaitable afin de former le personnel à l'occasion de cette « grande visite ».

IV. - Bilan après deux ans et 2500 heures de fonctionnement.

Ce chapitre a pour objet de répondre aux objectifs de l'expérimentation qui sont rappelés au § II, page 3.

IV.1 - Bilan technique : réponses aux points a, b et c.

411. moyens utilisés

412. résultats

413. conclusion

411. Moyens utilisés.

4111. Le groupe électrogène à huile de coprah :

La définition du cahier des charges du groupe a été établie par J.P. Danflous, alors en charge du programme de technologie rurale auprès de la PIL.

Le moteur a été choisi dans la gamme des modèles industriels aptes au fonctionnement continu 24h./24h.

Il a ensuite été modifié selon les directives du laboratoire de Bioénergie du Cirad de Montpellier. Dans ces conditions et au vu des tests de référence, le fournisseur a maintenu sa garantie sur le matériel.

Groupe triphasé 380V - 50Hz, 90KVA entraîné par un moteur à huile de coprah dont les caractéristiques sont :

Puissance en service continu : 82 KVA

Puissance en service secours : 90 KVA

Tension : 240 / 400 Volt Triphasé + neutre

Fréquence : 50 Hz

Cos phi : 0.8

Moteur :

Marque : Deutz

Type : 830 503 spécial

Puissance : 74 kW à 1500 tr/mn

Refroidissement à air

Cycle : 4 temps

Admission : atmosphérique

Injection : pompe en ligne

Nombre de cylindres : 6

Vitesse piston : 6,5 m/s

Alternateur :

Marque : Leroy Somer
 Type : LSA44.1 M4
 Vitesse : 1500 tr/mn
 Puissance apparente : 82 KVA
 Isolation de base : IP21
 Double imprégnation - tropicalisé

Equipements spéciaux :

Double réservoir - fioul et coprah
 Réchauffage régulé du coprah
 Préfiltration de ravitaillement
 Centrale d'acquisition des paramètres du moteur.

4112. L'acquisition de données :

Il a été prévu un suivi détaillé du groupe électrogène par l'équipement en centrale d'acquisition et en capteurs qui sont :

- un ensemble de mesure de consommation,
- un capteur inductif détectant le régime du moteur,
- un thermocouple mesurant la température à l'échappement,
- un thermocouple mesurant la température de l'air admis,
- un thermocouple mesurant la température du carburant.
- un conditionneur donnant la puissance électrique fournie.

Des essais préalables de performances ont permis le relevé des paramètres du groupe dans les charges partielles.

Ces informations étaient nécessaires à l'analyse régulière des données qui ont été enregistrées pendant les 2500 heures de suivi à la C.A.A.P.O.

4113. L'huile de coprah utilisée comme carburant :

L'huile de coprah brute produite par la CAAPO a été utilisée pendant toute la durée de l'expérimentation. Les caractéristiques de cette dernière sont données ci-dessous.

Composition en acides gras (% des acides)

C6	Caproïque	0.4	C16	Palmitique	9.5
C8	Caprylique	6.8	C18	Stéarique	2.4
C10	Caprique	5.8	C18'	Oléique	6.9
C12	Laurique	46.5	C18''	Linoléique	5.2
C14	Myristique	16.4	C20	Arachidique	0.1

Acidité	acidité oléique	0.96 %
	acidité laurique	0.68 %

Pouvoir Calorifique Inférieur : 37100 kJ/kg

412. Résultats.

4121. Suivi des performances :

Les performances du groupe électrogène (fréquence, puissance électrique fournie, consommation horaire et les différentes températures) ont été suivies tout au long de l'expérimentation.

La surveillance d'éventuelles dégradations de performances s'est effectuée en comparant les données de référence avec les informations enregistrées toutes les deux minutes par la centrale d'acquisition (voir annexe 1).

⇒ A titre d'exemple, les données de la journée du 05/10/1995 sont présentées en annexe 1.

* Durant les 72 premières minutes (phase de démarrage du chauffoir de la presse) la consommation moyenne du groupe a été de 15.5 l/h pendant que la puissance active moyenne se situait à 39.2 kW.

La température d'échappement est un paramètre révélateur de la charge d'un moteur. Elle permet ici de doubler l'information « Puissance active » grâce aux données de références. Ainsi on a relevé une température moyenne d'échappement de 276°C qui correspond à une puissance de 39 kW.

* Au cours du pressage qui a duré 4H30mn, on constate des variations d'appels de puissance avec une périodicité de 8 à 10 minutes. Ces « pics » correspondent aux besoins en énergie des broyeurs, concasseurs et périphériques de l'unité, à ceux de la presse et du chauffoir électrique.

On distingue bien ces 3 niveaux de puissance active :

- 15 kW : # 20 Ampères ; broyeurs, concasseurs,...
- 31 kW : # 46 Ampères ; + presse,
- 46 kW : #70 Ampères ; + chauffoir.

⇒ On retrouve les mêmes comportements dans les enregistrements faits tout au long des 2500 heures. Pour comparaison on trouvera dans l'annexe 1 les courbes relatives à la journée du 27/10/97, soit 2 ans plus tard

Globalement les évolutions sont très similaires à celles du 05/10/95.

⇒ L'acquisition des données a permis également de suivre avec précision les paramètres nécessaires aux calculs et aux interprétations. Température de l'air ambiant autour du groupe, de la fréquence du courant délivré et de la consommation sont donnés en annexe

pour la journée du 05/10/95.

En conclusion, aucune dérive n'a été enregistrée au cours des 2500 heures de suivi. Les performances initiales et finales sont restées identiques, de même que l'ensemble des paramètres enregistrés.

4122. Suivi du lubrifiant :

L'huile de lubrification du moteur a été analysée à chaque vidange (en pratique elles ont été effectuées entre 150 et 250 heures ; la préconisation constructeur est de 200 heures.)

Deux types d'huile de lubrification ont été utilisés pendant l'expérimentation : la COFRAN Cofra 15W40 de 0 à 1200 heures et la SHELL Rimula X 15W40 de 1200 à 2200 heures. Depuis 2200 heures c'est de la TOTAL Activa 7000 15W50 qui est utilisée par la CAAPO.

Les contrôles du lubrifiant ont porté sur :

- *l'usure du moteur* : présence de fer, plomb, cuivre, étain, chrome, aluminium, nickel et molybdène.

- *la pollution du lubrifiant* : silicium, eau, dilution, matières charbonneuses,

- *les caractéristiques du lubrifiant* : viscosité à 100°C et 40°C, VIE, TBN.

- *la contamination du lubrifiant par l'huile de coprah* : infrarouge, CCM, CPG.

- ♦ Les trois premiers types d'analyses ont été réalisés par DIAGOPARC (voir annexe 2. ♦ La détermination de la contamination du lubrifiant a été faite par le CIRAD.

Pour diverses raisons, le carburant pulvérisé dans la chambre Diesel peut atteindre les parois et passer dans le lubrifiant. Le phénomène est d'autant plus important que le moteur est froid ou que l'injection et la combustion se font mal.

Les valeurs de dilutions données par Diagoparc sont obtenues par corrélation avec la mesure du point éclair du lubrifiant. Ceci n'est pas applicable pour une huile végétale carburant dont le point éclair est deux fois plus élevé que celui du fioul. Une méthode spécifique développée au CIRAD et basée sur la mesure du contenu saponifiable permet d'apporter une réponse adaptée.

- ♦ Hormis des anomalies révélées par les analyses entre 1700 et 2000 heures (voir § suivant), tout au long du test, les analyses n'ont pas révélé d'usure anormale des parties mécaniques du moteur comme l'indiquent les figures de l'annexe 2.

L'utilisation d'huile brute de coprah n'a pas eu d'effet polluant sur le lubrifiant, en particulier les viscosités et le taux de matières charbonneuses qui est resté faible.

Les caractéristiques du lubrifiant indiquent une bonne tenue de ses qualités dans le temps jusqu'aux vidanges.

Les mesures de contamination présentent un taux de saponifiables (acides gras végétaux) négligeable et permettent de conclure à une bonne combustion (voir annexe 2).

♦ Bien qu'il ait été impossible aux opérateurs de l'huilerie de s'en rendre compte, des anomalies de fonctionnement sont apparues vers 1700 heures. Ces phénomènes étaient la conséquence du non respect de la révision générale prévue par le constructeur chaque 1000 heures. Les analyses qui ont suivi cette révision présentent des valeurs normales indiquant le bon état du moteur.

L'intérêt des analyses de lubrifiant à chaque vidange prend ici toute son importance, c'est pourquoi le CIRAD a proposé de les poursuivre dans l'intérêt de la CAAPO.

Il demeure que cet incident rappelle la nécessité de former un des employés et de créer un poste d'opérateur de maintenance pour l'ensemble des matériels du site. Surtout si les quantités de coprah traitées annuellement augmentent.

4123. Mesure des émissions dans les gaz d'échappement :

Les résultats sont présentés en annexe 3.

Les mesures d'émissions réglementées ont été effectuées en fin de test selon la procédure ISO 8178.

Le calcul des polluants réglementés s'effectue après mesure de leurs quantités pendant 5 modes et exprimés selon la méthode de calcul « D2 ».

On compare les résultats aux limites qui sont fixées officiellement depuis décembre 1995 et qui donnent les quantités maximum de polluants telles NOx, CO, HC en g/kW.h à ne pas dépasser à partir d'octobre 98.

Les mesures des émissions non réglementées portent sur :

- les aldéhydes-cétones
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques gazeux.

Seuls les résultats validés sont diffusés et les mesures portent sur les deux carburants déjà cités.

Les mesures de polluants non réglementés in situ ont fait l'objet d'une étude que le CIRAD a mené avec l'aide de l'UTAC durant de nombreux mois. Le but de cette méthode de mesures est de pouvoir connaître le niveau des émissions non réglementées d'un engin à moteur thermique sans avoir recours à son déplacement vers un laboratoire. En effet la méthode classique a des conséquences financières importantes.

L'examen des résultats indique un très bon comportement de l'huile de coprah comparée au fioul. En effet les taux de polluants émis respectent les limites en vigueur à partir d'octobre 98.

En matière de produits non réglementés le même comparatif est en faveur du fioul. Mais il faut souligner que l'ensemble de ces produits est bien « piégé » par les pots catalytiques et autres systèmes d'oxydation et de traitement des particules actuellement en phases de

dissémination pour les diesels.

Dans un futur proche les moteurs diesels seront équipés de systèmes de traitement des polluants à l'échappement. En matière de rejets globaux l'huile de coprah se placera alors parmi les meilleurs gazoles désouffrés du marché.

4124. Expertise du moteur après 2500 heures :

Un entretien complet du moteur a été effectué à 2200 heures. Filtres, bougies de préchauffage et injecteurs ont été remplacés.

Compte tenu des derniers résultats donnés par l'analyse du lubrifiant il ne paraît pas utile de procéder à une expertise de ce moteur.

Etant donnée la gamme de qualité de ce dernier une expertise ne prendrait de sens qu'à partir de 5000 heures de fonctionnement.

Ce type d'expertise, s'il avait lieu, serait réalisé par un cotateur agréé selon la méthode CEC M-02-A-78 d'évaluation de l'état d'un moteur à combustion interne.

Par ailleurs, on trouvera en annexe 4 un récapitulatif des interventions sur le groupe électrogène.

413. Conclusions.

Au cours des 2500 premières heures de service, le groupe électrogène à huile brute de coprah n'a pas connu d'incident mécanique. Il s'est comporté comme une unité standard diesel aux yeux des utilisateurs, ce que confirment les différents suivis et analyses.

Il n'y a pas eu de dégradations des performances du moteur.

L'influence de l'huile brute de coprah carburant sur les qualités des lubrifiants utilisés est nulle.

L'influence de l'huile brute de coprah carburant sur l'usure du moteur a été négligeable comparée à un défaut d'entretien lui même sans conséquences significatives.

L'influence de l'huile de coprah, comparée au fioul, sur les émissions de polluants dans les gaz d'échappement est globalement faible. La tendance est cependant favorable à l'huile de coprah face aux exigences croissantes en matières de rejets dans l'atmosphère.

En résumé, du point de vu de la technique l'huile brute de coprah peut faire désormais partie des biocarburants.

IV.2 - Bilan de la faisabilité technique et économique de production d'énergie à partir d'huile de coco : réponses au point d.

421. faisabilité technique

422. faisabilité économique

423. conclusions

421. Faisabilité technique.

- Certaines huiles végétales extraites selon des procédés mécanisés similaires à celui de la CAAPO, nécessitent un pré-traitement (dégommage, décirage,...) avant d'être utilisées comme carburant. Les différentes études de laboratoire et les tests menés dans le monde semblaient indiquer que l'huile brute de coprah pouvait être employée sans pré-traitements.

Cependant aucune référence n'était en mesure d'établir ce fait sur le long terme, cette expérimentation en apporte la confirmation dans des conditions réelles d'exploitation.

- A 20°C l'huile de coprah est sous forme solide. Cet aspect, spectaculaire pour un carburant, est souvent cité dans la bibliographie comme rédhibitoire pour son usage dans les moteurs.

L'expérience d'Ouvéa apporte la preuve qu'il est possible de résoudre ce problème.

- La production d'électricité en continu sur un réseau à demande en puissance variable est considérée comme un test exigeant de production d'énergie. Il a été parfaitement accompli avec de l'huile de coprah comme biocarburant.

Par ailleurs l'expérience démontre aussi la possibilité, sous certaines conditions d'adaptations, d'employer des équipements standards d'injection du carburant et de régulation de la fréquence.

En conclusions, le « kWh coco » a démontré qu'il pouvait être produit avec les mêmes exigences de qualité que le « kWh fioul ».

422. Faisabilité économique.

VALIDATION DE L'EXISTANT.

Origine du projet sur l'île d'Ouvéa

Jusqu'en 1988 la production de coprah d'Ouvéa se situait en moyenne à 600 tonnes par an,

avec des pointes dépassant 1200 tonnes. En 1988 il y a eut un désintérêt total de la population pour cette production qui est tombée à moins de 5 tonnes et est restée à ce niveau jusqu'en 1990.

Choix de l'huilerie

La demande de la population et des instances territoriales était de rétablir à terme une production d'environ 1000 tonnes/an. Toujours selon les bases de 7 heures/jour et en 2 équipes maximum sur 230 jours. Une équipe pouvant assurer jusqu'à 500 tonnes/an dans ces conditions.

L'équipement capable de répondre à ces exigences peu industrielles devait donc être fiable, autonome en énergie, car sa demande dépassait les capacités des réseaux en place, et pouvant traiter 310 kg de coprah / h ($1000/230/14 = 0.31$ t/h)

Le matériel retenu a été choisi parmi "*les matériels ROSEDOWN, MECANIQUE MODERNE et CECOCO qui peuvent être considérés comme mécaniquement optimisés et donc fiables dans des conditions normales d'exploitation*" (Ref. :J.M. NOEL, CP-TECH, 102/94 ; 05/94).

La préférence française a fait adopter celui de la Mécanique Moderne qui est une huilerie en container apte à traiter jusqu'à 350 kg de coprah/h.

Rendements actuels de l'huilerie.

Fonctionnement :

L'installation traite 350 kg de coprah par heure en un seul passage.
Elle a trituré 80 tonnes en 1992, 230 tonnes en 1993 et 400 tonnes en 1994.

Son énergie provenait intégralement d'un groupe électrogène diesel de 80 KVA.
Depuis septembre 1995 elle est assurée par un groupe à huile de coprah brute, réversible au fioul à tout moment.

Qualité du coprah et rendements en huile et tourteaux :

Qualité du coprah	humidité	teneur en huile	acidité
BON COPRAH <i>réf. n°1</i>	4,3%	66,5%	3,0%
COPRAH NLE CALED <i>réf. n°2</i>	10 - 15%	-	> 3,0%
COPRAH OUVEA <i>réf. n°3</i>	3,2%	65,9%	1,6%

rendements en huile et en tourteaux	huile	tourteaux
BON COPRAH <i>réf. n°1</i>	62%	34%
COPRAH OUVEA <i>réf. n°4</i>	58,3%	38,5%

* référence n°1 : (sources : G. DE TAFFIN, J.M. NOEL, V. RIBIER, rap. doc n° CP-33 ; 05/93, p. 48)

Un bon coprah (expl. Vanuatu) présente les chiffres moyens suivants :

- humidité : 4.3%
- teneur en huile : 66.5 %
- acidité (AGL) : 3.0 %

Avec la technologie de pression unique retenue et compte tenu des inévitables pertes de process, les rendements suivants peuvent être attendus (hypothèse optimiste) :

- huile : 62 %
- tourteaux : 34 %

* référence n°2 : (source : rapport CFDT/SOPRONER 1983 ; p. 40).

"En Nouvelle Calédonie, l'humidité relative du coprah varie en moyenne autour de 10 à 15 %. Cette humidité donne une huile ayant une proportion élevée en acides gras (libres), et réduit les rendements à l'extraction "

* référence n°3 : (source : laboratoire d'analyses DAF-SVPV , Paita)

Qualité du coprah d'Ouvéa :

- humidité : 3.2 %
- teneur en huile : 65.9 %
- acidité oléique : 0.96 %
- acidité laurique : 0.68 %

* référence n°4 : (sources : chiffres Province des Iles Loyauté, 1994)

Rendement en huile et tourteaux : un seul passage, sur 770 heures soit 270 tonnes de coprah (270174kg)

- huile : 58.3 % (157423 kg)

- tourteaux : 38,5 %. (104017 kg)

Le groupe électrogène à huile de coprah.

Dimensionnement :

Ce groupe respecte entièrement le cahier des charges imposé par l'unité d'Ouvéa (production d'énergie et défigeage automatique de l'huile de coprah lié aux contraintes climatiques).

Il répond également aux recommandations posées par CIRAD-CP : il peut fonctionner indifféremment au fioul ou à l'huile de coprah.

"Pour ces applications huile carburant, les utilisations doivent être impérativement et instantanément réversibles dans le cas où les cours de l'huile de coprah redeviendraient favorables (pour l'exportation) " (Réf. : rap. doc n° CP-33 ; 05/93, p.37)

Performances et rendement :

Performances à puissance nominale	fioul	huile coprah
rendement global	28.4%	28.4%
consommation l/h	22.7	23.9

En matière d'émissions dans les gaz d'échappement les résultats sont très proches pour les deux carburants.

Conclusions.

- ☐ le dimensionnement du matériel a été imposé par la demande locale,
- ☐ les équipements choisis sont parmi les plus recommandables,
- ☐ les rendements en huile et tourteaux sont proches des hypothèses optimistes,
- ☐ l'huile brute obtenue est de bonne qualité,
- ☐ le groupe électrogène à huile brute de coprah a les mêmes performances et rendements qu'au fioul. Il est totalement et instantanément réversible fioul/huile.

PARAMETRES DE CALCULS

Quantité de coprah trituré par an : 400 tonnes

Quantité de coprah trituré pour référence : 270174 kg

Quantité d'huile obtenue pour référence : 157423 kg

Quantité de tourteaux obtenue pour référence : 104017 kg

Production presse : 350 kg de coprah traité /h

Nombre d'employés pour la production : 4 (3 manoeuvres + 1 chef)

Salaires mensuels 97 (avec charges):

-manoeuvres : 101 400 CFP

- chef de production : 152 100 000 CFP

Valeur achat du coprah au producteur : 72 000 CFP/tonne se décomposant :

- valeur coprah : 42 000 CFP

- prime de qualité supérieure : 20 000 CFP

- prime de séchage au four : 10 000 CFP (qui reviennent au gérant du four)

Valeur d'achat du coprah par l'huilerie : 42 000 CFP/tonne. Une subvention rétrocédée à l'huilerie (maximale, suivant qualité du coprah et mode de séchage) de 32000 CFP/tonne intervient sur le coprah.

Prix de vente du tourteau : 30 000 CFP/tonne (dont 1 200 CFP/tonne de coût des sacs)

Prix de vente de l'huile (rendue Nouméa) : 145 000 CFP/tonne

Prix d'achat de l'huile par la savonnerie SCTO : 80 000 CFP/tonne ; stabilisation sur le prix de l'huile : 65 000 CFP/tonne.

Prix du gazole : 81 CFP/litre (incluant consigne fût)

Prix d'achat de l'huile carburant pour le groupe : 80 CFP/kg (soit : 72,5 CFP/litre)

Equivalence gazole/huile carburant : 1 litre gazole = 1.06 litres huile carburant

Valeur huile départ huilerie : 165.37 CFP/kg (soit : 149 CFP/litre)
avec amortissement, selon simulation en annexe 5.

RIX DE L'HUILE DE COPRAH CARBURANT PRODUITE ACTUELLEMENT A OUEVA

On remarque que le prix de l'huile de coprah (80 CFP/kg, soit à peu près le cours mondial 96) est compétitif avec celui du gazole rendu Ouvéa.

Mais quand la CAAPO substitue 1 litre de gazole par 1.06 litres d'huile carburant elle

utilise un produit qui lui a coûté 158 CFP en remplacement d'un autre coûtant 81 CFP, soit un différentiel de 77 CFP.

Ce différentiel provient de la valeur « carreau usine » de l'huile basée actuellement sur la trituration de 400 tonnes annuelles. Quel serait-il pour une trituration de 800 tonnes ou des 1000 tonnes inscrites dans les objectifs de ce projet ?

Et dans ces conditions ne serait-il pas compensé par les externalités issues des activités générées par l'huilerie (plusieurs dizaines d'exploitants et de gérants de fours, maintien de la cocoteraie et de l'écosystème de l'île qui aurait de toute façon un coût pour la communauté) ?

Il apparaît nécessaire d'effectuer une étude économique et d'impact social approfondie de ce projet huilerie-groupe.

Il demeure que compte tenu des difficultés d'exportation de l'huile de coprah hors du Territoire et du prix du gazole rendu sur Ouvéa, l'utilisation sur l'île d'huile carburant est un facteur positif pour l'huilerie de la CAAPO.

V. Perspectives de développement dans le Pacifique Sud.

V.1 - Rappel sur la technologie coprah carburant

Cette opération permet de valider l'emploi d'huile brute filtrée ne nécessitant pas obligatoirement de traitement ou de raffinage avant son introduction dans les réservoirs.

Ceci ouvre sur toute application Diesel dans des moteurs répondant aux exigences vérifiées à Ouvéa.

Des applications de toute puissance peuvent être envisagées. S'appuyant sur l'expérience du CIRAD avec des huiles de coton, colza, tournesol, pourghère,... il est possible de proposer dans le Pacifique Sud des moteurs de quelques kW jusqu'à des centrales d'un MW alimentés avec de l'huile de coprah carburant.

Des solutions sont actuellement possibles et le CIRAD est partenaire dans des opérations de démonstration concernant des tracteurs agricoles 100% huile végétale, mais également des moteurs industriels :

Groupes électrogènes, groupes froid, groupes de pompage et moteurs marins.

Dans les petites puissances, de 3 à 30 kW, il existe maintenant chez de nombreux constructeurs une gamme de moteurs à injection indirecte qui sont susceptibles d'utiliser les huiles végétales avec pas ou peu d'adaptations.

(Le CIRAD a établi une liste destinée aux utilisateurs intitulée "Motorisation aux huiles végétales. Moteurs possibles en applications marines".)

D'autres ouvertures peuvent être envisagées toujours dans le cadre d'un partenariat PIL/CIRAD.

Venant s'ajouter à l'utilisation directe de l'huile, le CIRAD travaille actuellement à d'autres voies d'usage des huiles comme carburant qui peuvent intéresser le Pacifique Sud.

Production d'hydrocarbures "verts" : le craquage des huiles végétales conduit à des

hydrocarbures similaires à ceux d'origine fossile tels le fuel et l'essence. Ce procédé, adapté par le CIRAD à petite échelle et n'utilisant pas d'autres cultures que le coprah, est le seul qui permette la fabrication de carburants à la fois pour les moteurs diesels et pour les moteurs à essence.

Esters éthyliques : la fabrication d'esters éthyliques de coprah, utilisant de l'éthanol provenant de la canne à sucre, offre un carburant pouvant alimenter tous les types de moteurs diesels sans modifications. Ce procédé apporte une synergie entre les deux cultures coprah-canne à sucre présentent sur Fidji par exemple.

V.2 - Objectifs.

Un développement régional de ce 1001eme usage du coco permettant le renforcement d'activités existantes et la création de nouvelles. La Nouvelle Calédonie servant de vitrine et de base de diffusion.

La CPS, institution internationale et régionale, peut traduire les demandes des pays membres et porter nos propositions. Dans le domaine de l'huile carburant elle a déjà reçu plusieurs requêtes (Vanuatu, Wallis, Tonga, Fidji, Micronésie,...).

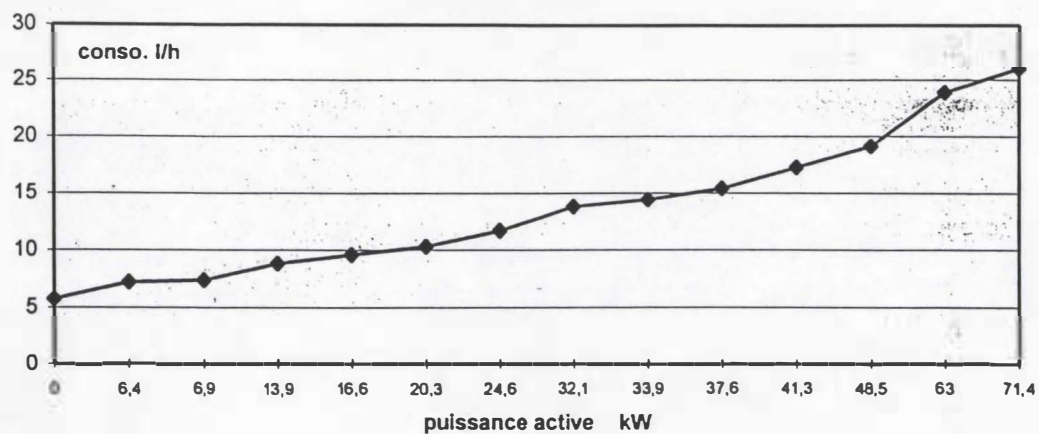
Un partenariat CPS - CIRAD - PIL pourrait se mettre en place dès 98 sur une opération de la CFD à Fidji.

Annexes

Annexe 1

Suivi des performances

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION EN FONCTION DE LA PUISSANCE ACTIVE



Conditions d'essai standards.

ESSAI AU COPRAH

ESSAI	Hz	Volt	Ampère	Cos phi	kWa	KVA cos Φ 0.8	Temp. échapt.° C	Conso l/h
1	49	400	103	1	71.4	89.2	455	26.0
2	49.5	400	91	1	63.0	78.8	417	23.9
3	49.7	400	70	1	48.5	60.6	337	19.1
4	50.0	400	60	1	41.5	51.9	295	17.25
5	50.3	400	54.3	1	37.6	47.0	262	15.4
6	50.4	400	48.9	1	33.9	42.3	238	14.4
7	50.4	400	46.3	1	32.1	40.1	237	13.8
8	50.6	400	35.5	1	24.6	30.7	195	11.7
9	50.7	400	29.3	1	20.3	25.4	180	10.3
10	50.7	400	24	1	16.6	20.8	162	9.6
11	50.7	400	20.0	1	13.9	17.4	156	8.8
12	50.9	400	10	1	6.9	8.7	135	7.3
13	50.9	400	9.3	1	6.4	8.0	133	7.2
14	50.9	400	0.0	1	0.0	0.0	127	5.7

tableau 1 : tests de performance à la mise en route du groupe (sept. 95)

ESSAI AU FOD 1500 tr/mn

ESSAI	kWe	Conso l/h	Conso Spec g/kWa.h	Rendt global %
1	63.0	22.7	302	28.4
2	48.5	18.1	313	27.4
3	32.1	13.0	340	25.2
4	16.6	9.0	454	18.9
5	6.4	6.7	877	9.8

ESSAI AU COPRAH 1500 tr/mn

ESSAI	kWe	Conso l/h	Conso. Spec g/kWa.h	Rendt. global %
1	63.0	23.9	342	28.4
2	48.5	19.1	355	27.3
3	32.1	13.8	387	25.0
4	16.6	9.6	521	18.6
5	6.4	7.2	1014	9.6

Tableaux 2 et 3 : performances comparées en sept. 95

masse volumique fioul dans les conditions de l'essai : 0.838

Pouvoir Calorifique Inférieur du fioul : 41900 kJ/kg

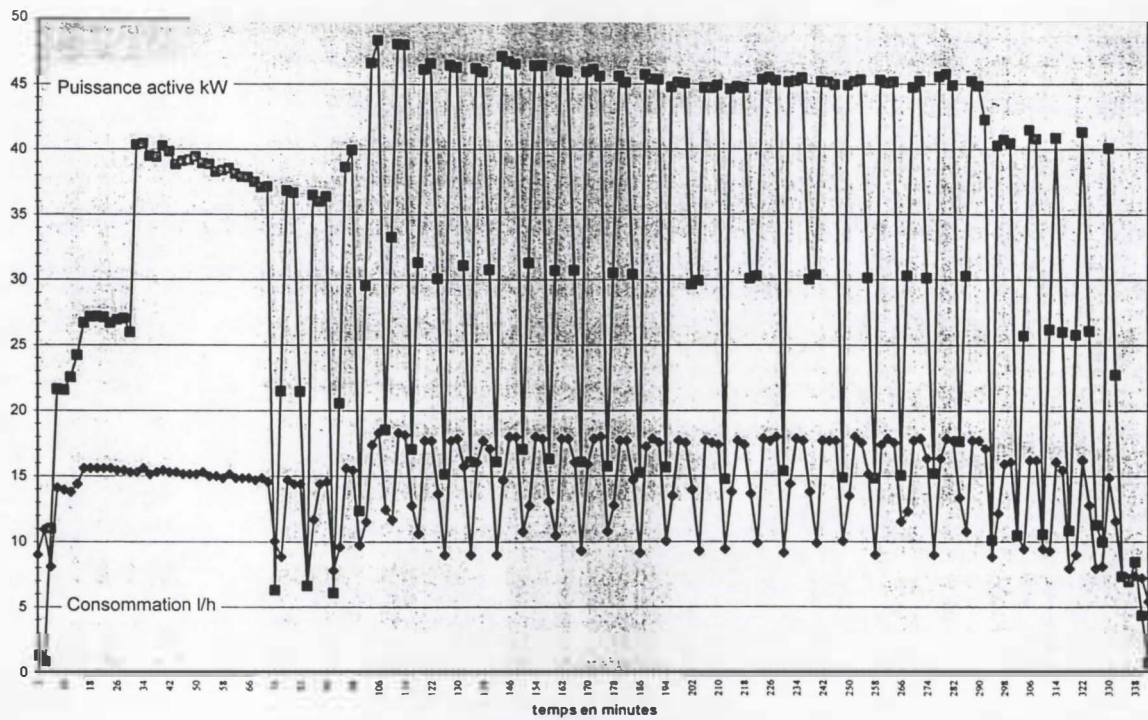
masse volumique huile de coprah dans les conditions de l'essai : 0.902

Pouvoir Calorifique Inférieur de l'huile de coprah : 37100 kJ/kg

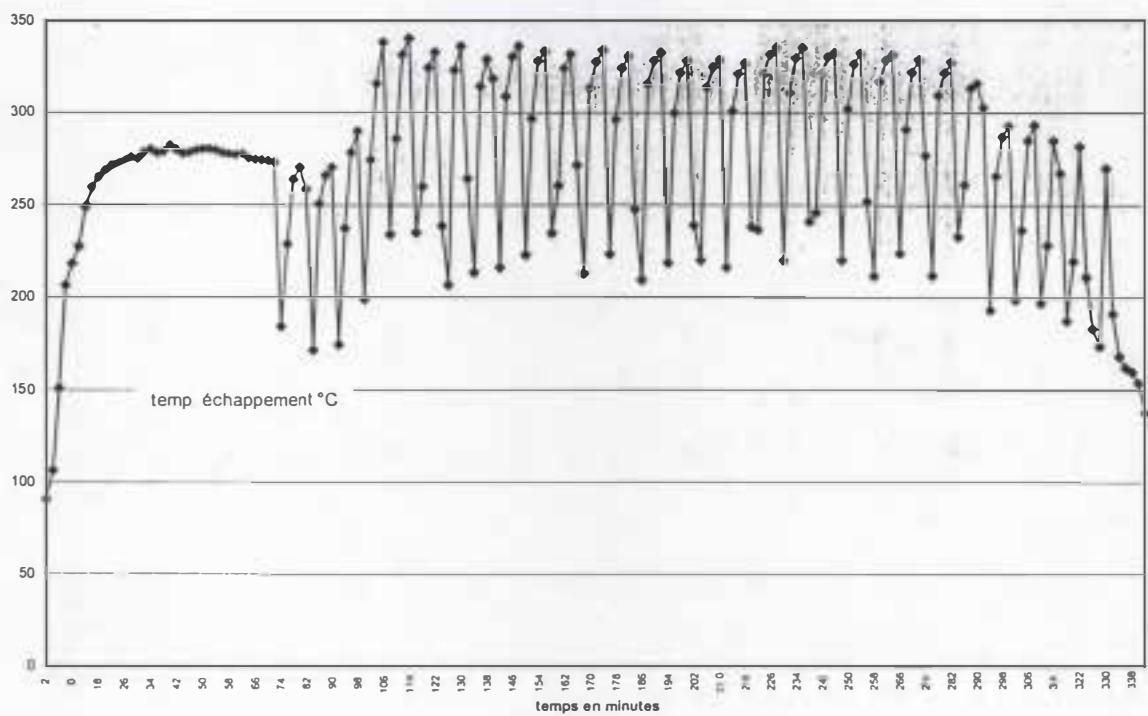
température de l'air admis : 34 °C

Rendement global : $\eta_g = 1 / Cs \cdot PCI$

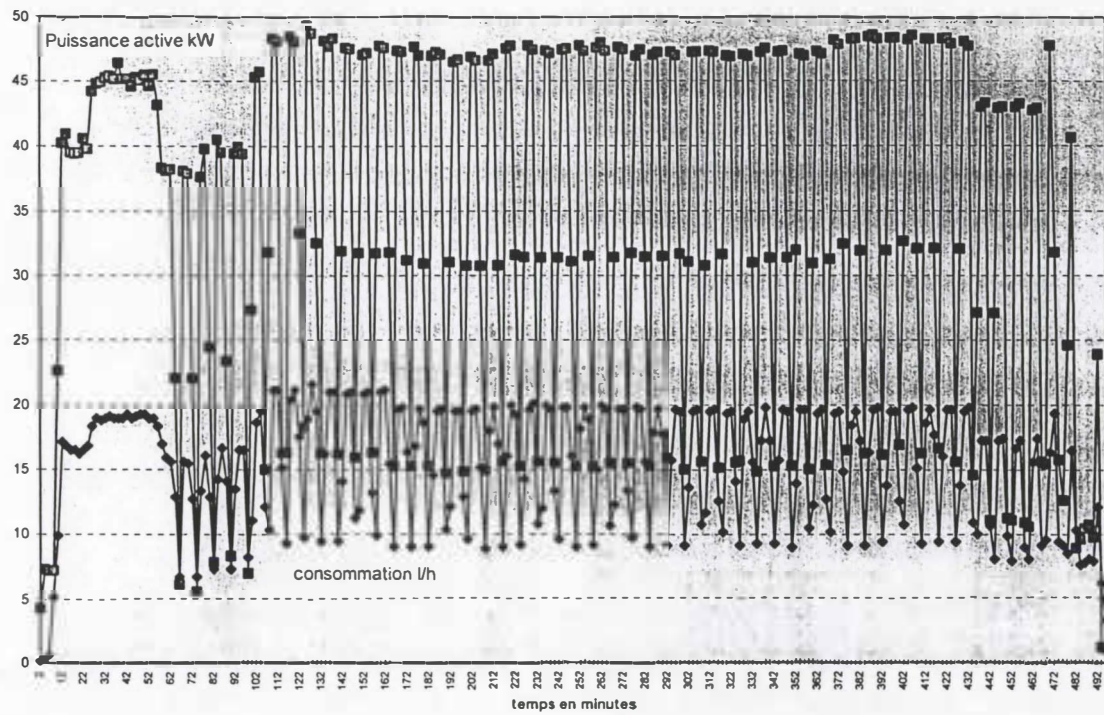
GROUPE OUVEA 05/10/95



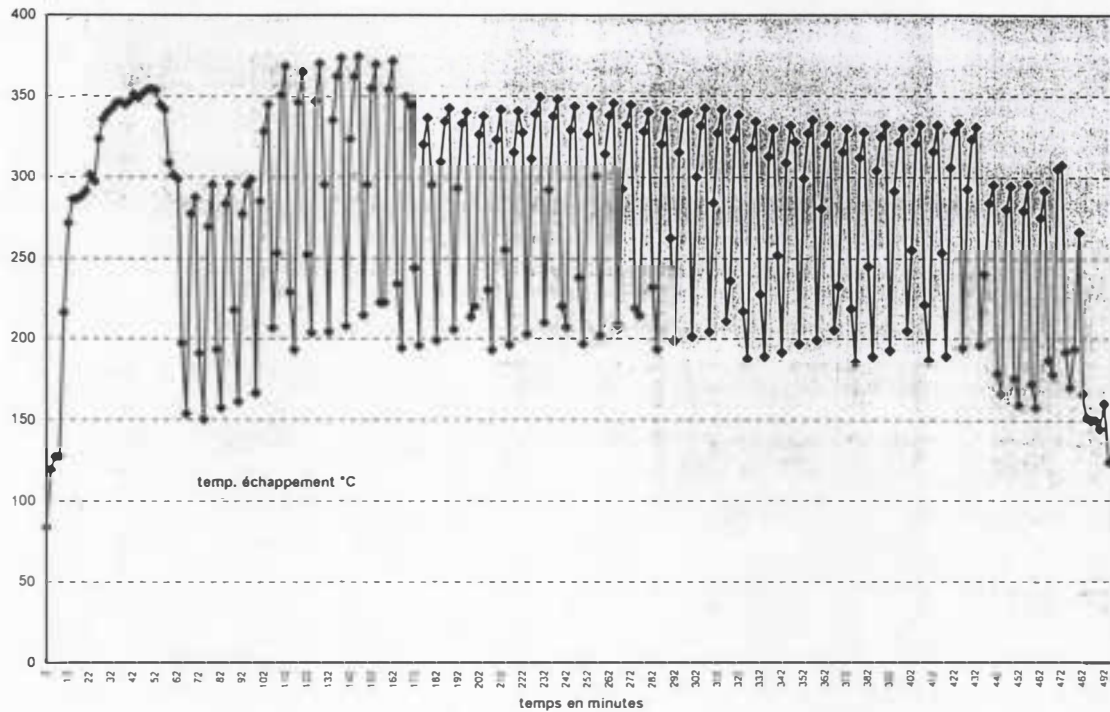
GROUPE OUVEA 05/10/95



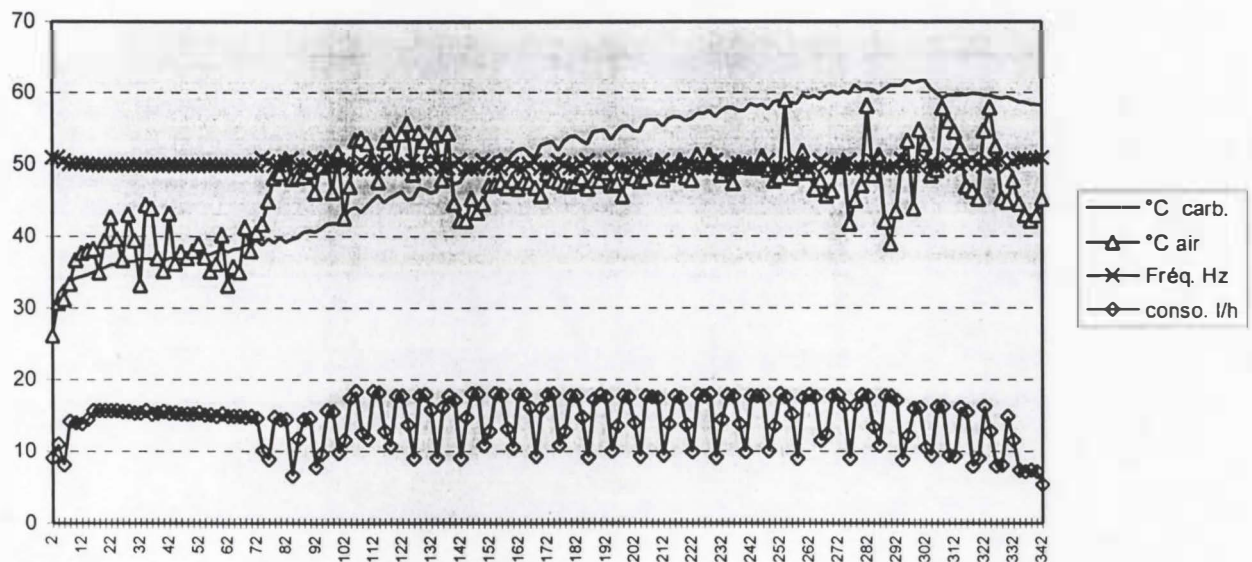
GROUPE OUVEA 27/10/97



GROUPE OUVEA 27/10/97



GROUPE OUVEA 05/10/95

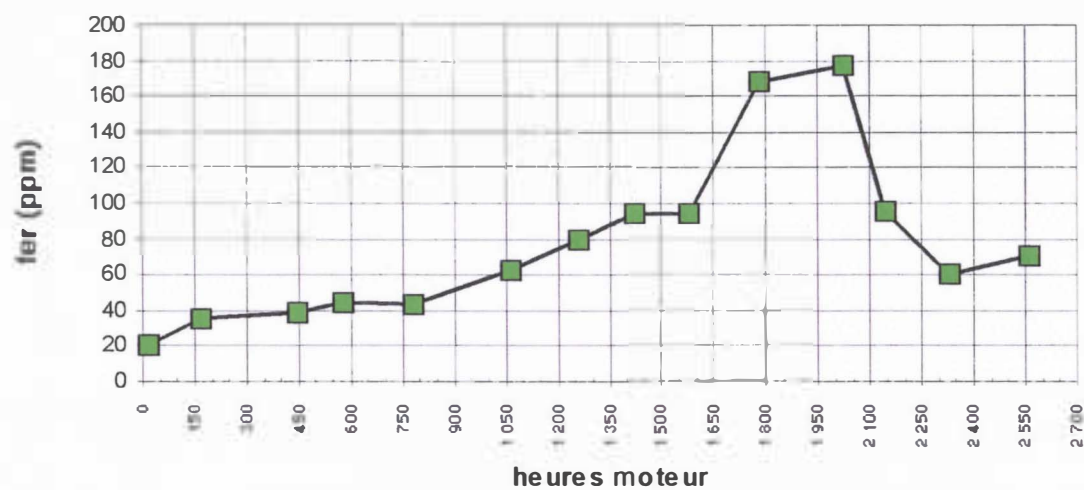


Annexe 2 : suivi du lubrifiant

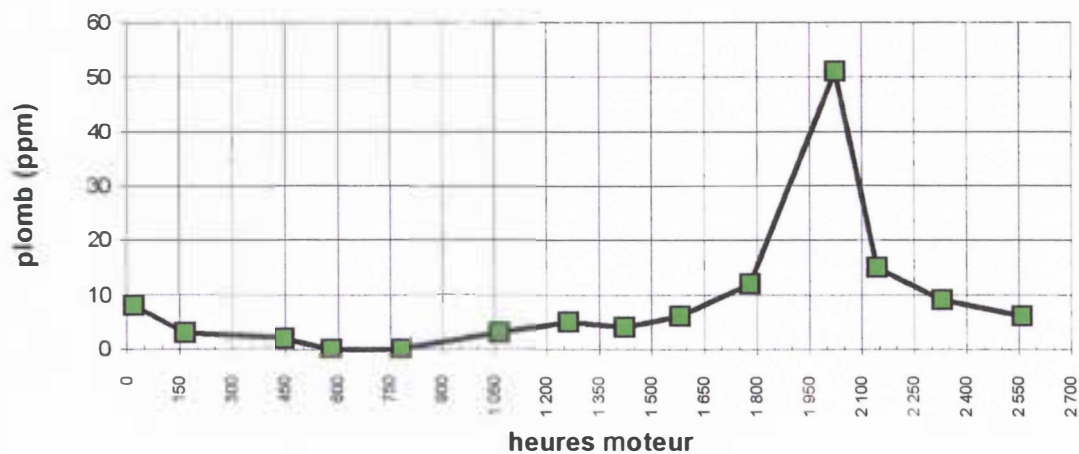
Récapitulatif des analyses de lubrifiant - moteur Deutz - 830503 à huile de coco

N° Ordre	Date	h total	h bain d'huile	Huile	Fe	Pb	Cu	Sn	Cr	Al	Ni	Mo	Si	% Eau	% Dilu tion	% MC	Visco à 100°C	Visco à 40°C	VIE	TBN
0	25/08/1995	0	0	neuve	4	0	0	0	0	3	0	0	9	0	0	0	14.5	110.9	132	13.5
1	20/06/1995	20	20	cofran	20	8	9	2	1	5	0	3	27	0.02	0	0.3	11.2	86.7	115	11
2	05/04/1996	165	145	cofran	35	3	6	2	1	4	0	7	21	0.02	0	0.3	13.6	107.2	124	13.3
3	01/08/1996	446	281	cofran	39	2	3	2	1	4	0	7	12	0.02	0	0.3	12.92	93.4	136	13.9
4	17/10/1996	580	134	cofran	44	0	2	0	1	6	0	5	9	0.02	0	0.3	14.7	109.7	137	10.3
5	19/12/1996	780	200	cofran	43	0	1	0	2	4	0	6	7	0.02	0	0.3	14.7	109.1	137	10.8
6	26/03/1997	1 063	283	cofran	62	3	2	2	2	5	0	7	7	0.02	0	0.7	12.9	87.7	144	9.3
7	23/05/1997	1 262	199	cofran	79	5	2	2	2	5	0	7	7	0.02	0	1.2	15.3	115	138	10.5
8	20/07/1997	1 423	161	shell	94	4	2	2	2	5	0	8	6	0.09	0	1.9	14.7	106.9	141	10.2
9	16/08/1997	1 581	158	shell	94	6	2	2	9	6	0	14	7	0.02	0	1.9	15.1	112.5	140	9.6
10	04/09/1997	1 781	200	shell	168	12	2	2	5	8	0	17	7	0.07	0	2.9	14.9	108.5	141	10.5
11	15/09/1997	2 024	243	shell	177	51	5	3	4	10	0	22	8	0.02	0	3.4	14.99	107.9	145	10
12	01/10/1997	2 144	120	shell	96	15	2	2	3	8	0	10	6	0.02	0	2.5	13.80	96.1	144	9.5
13	05/11/1997	2 330	186	total	60	9	2	2	2	11	0	8	6	0.02	0	2.3	17.50	137.8	139	10.6
14	08/01/1998	2 559	229	total	70	6	2	1	6	9	2	16	7	0.02	0	1.9	16.70	125.7	142	17.9

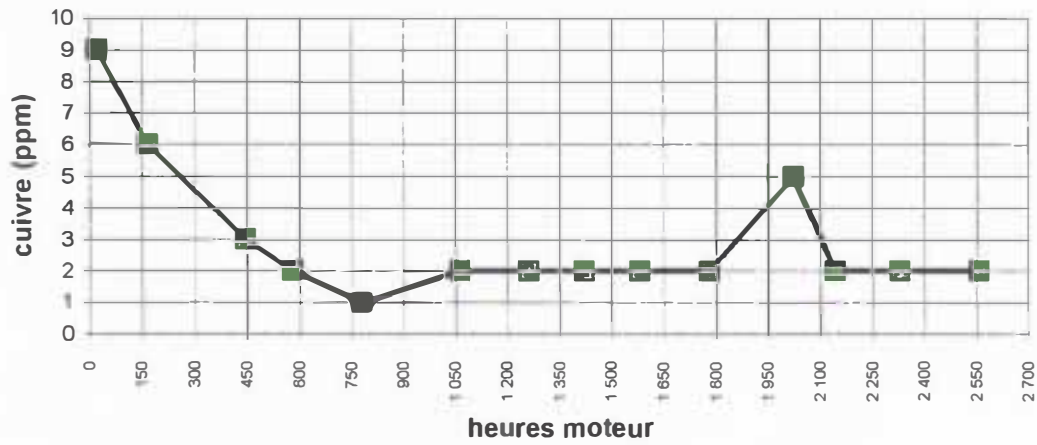
moteur Deutz - 830503 FER



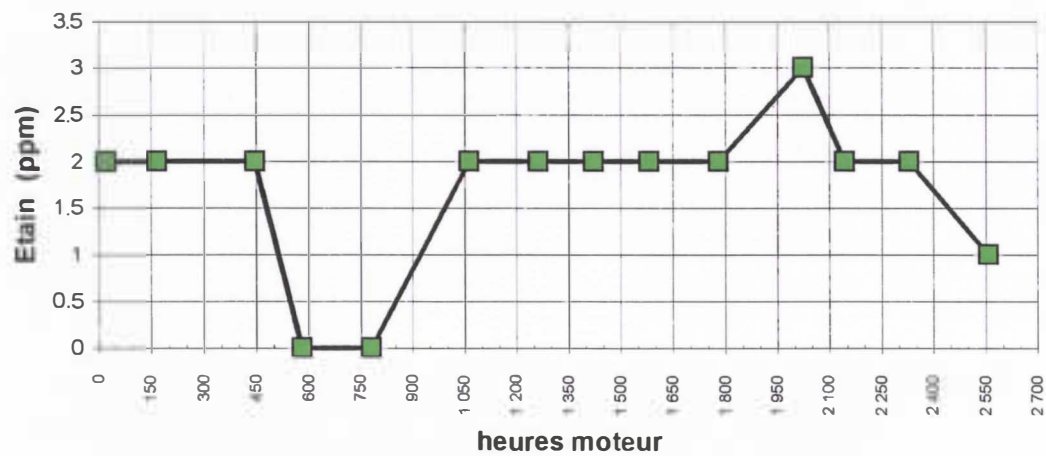
moteur Deutz - 830503 PLOMB



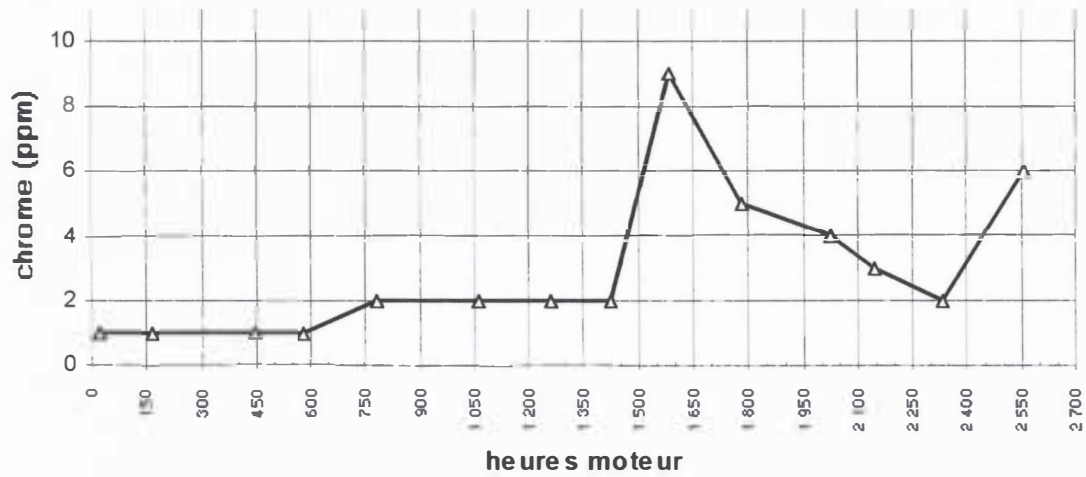
moteur Deutz - 830503 CUIVRE



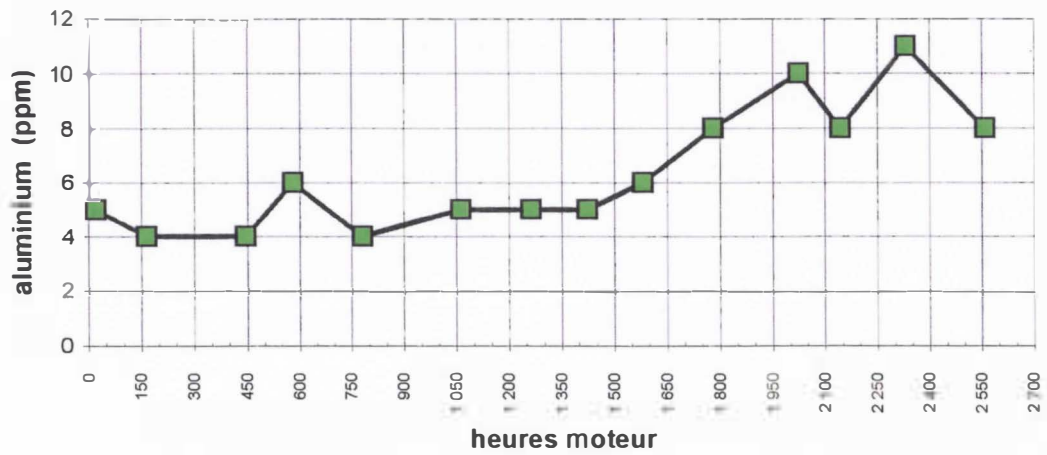
moteur Deutz - 830503 ETAIN



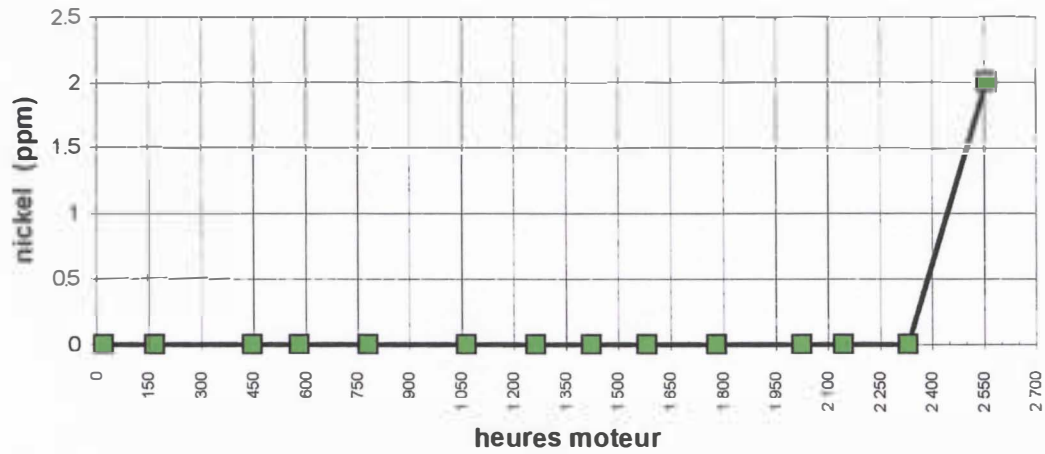
moteur Deutz - 830503 CHROME



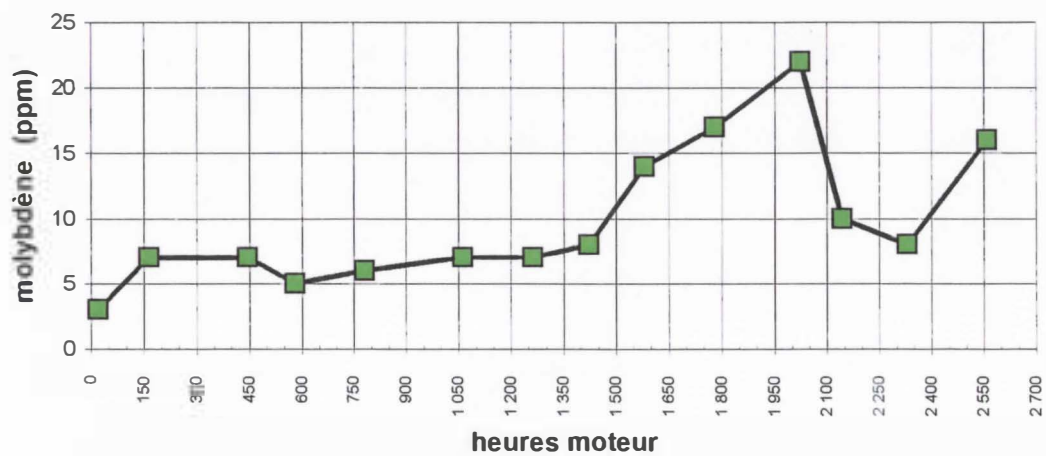
moteur Deutz - 830503 ALUMINIUM



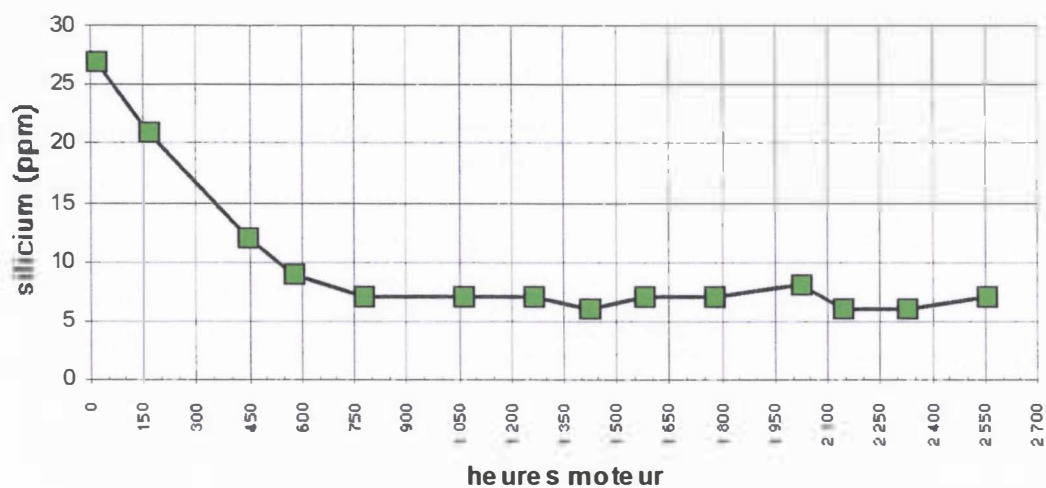
moteur Deutz - 830503 NICKEL



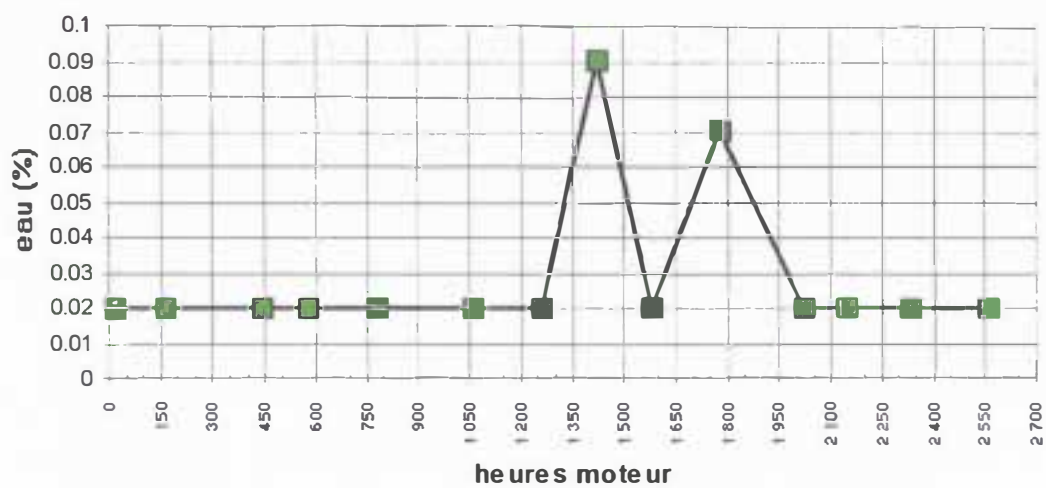
moteur Deutz - 830503 MOLYBDENE



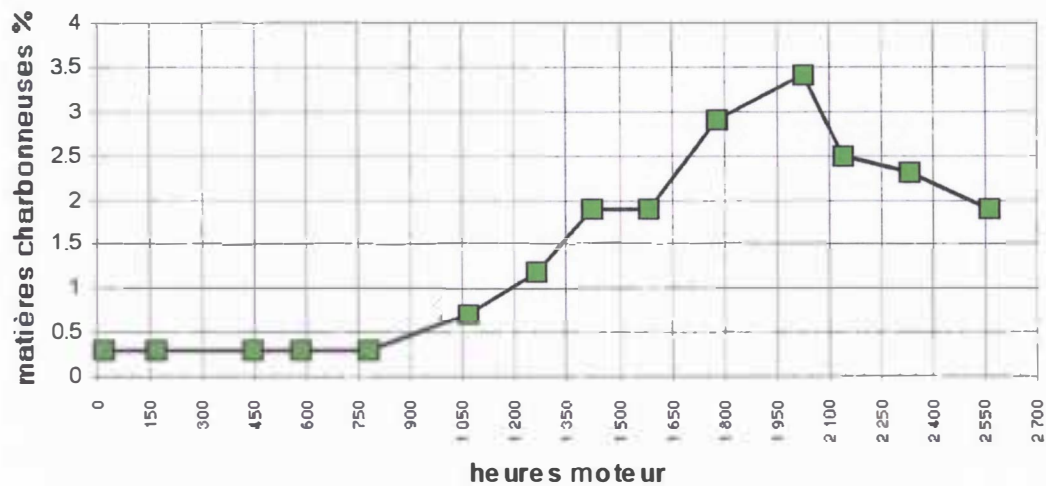
moteur Deutz - 830503
SILICIUM



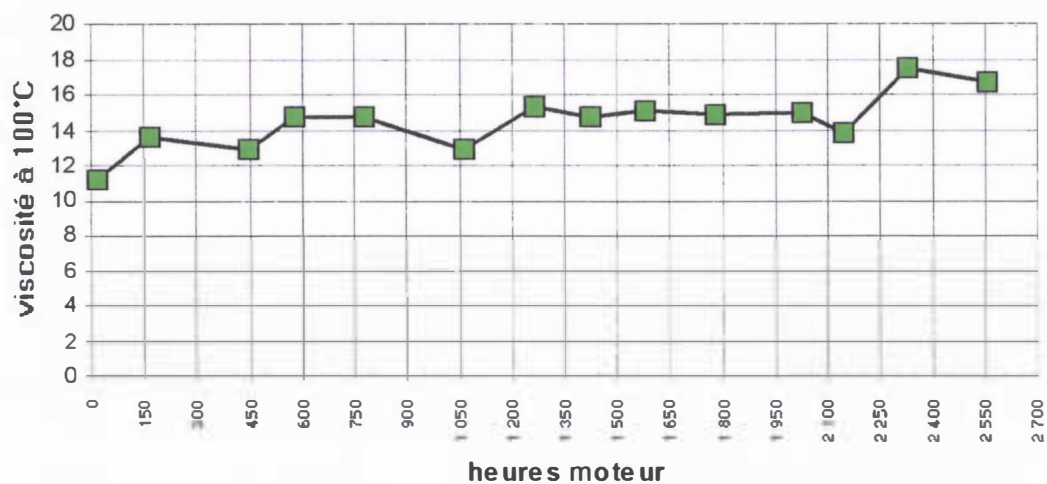
moteur Deutz - 830503
EAU



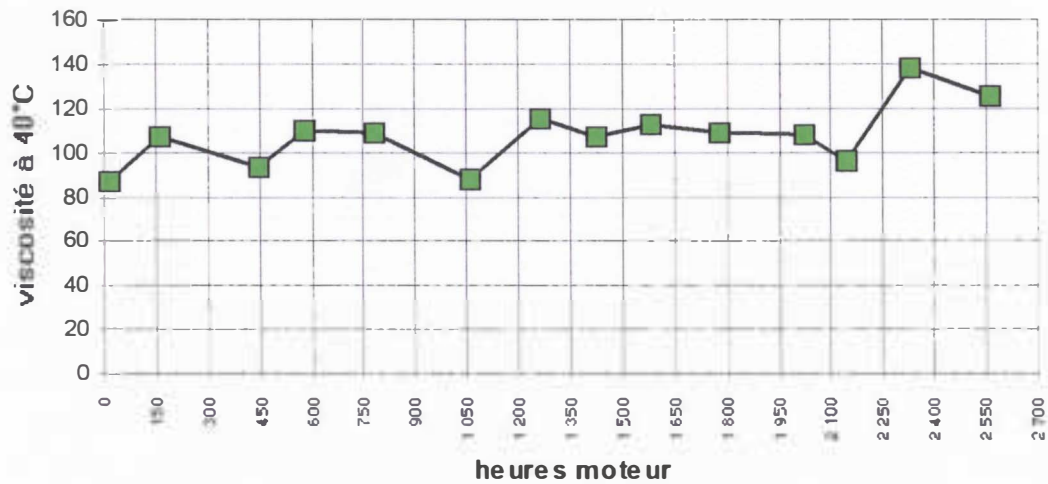
moteur Deutz - 830503
MATIERES CHARBONNEUSES



moteur Deutz - 830503
VISCOSITE A 100°C

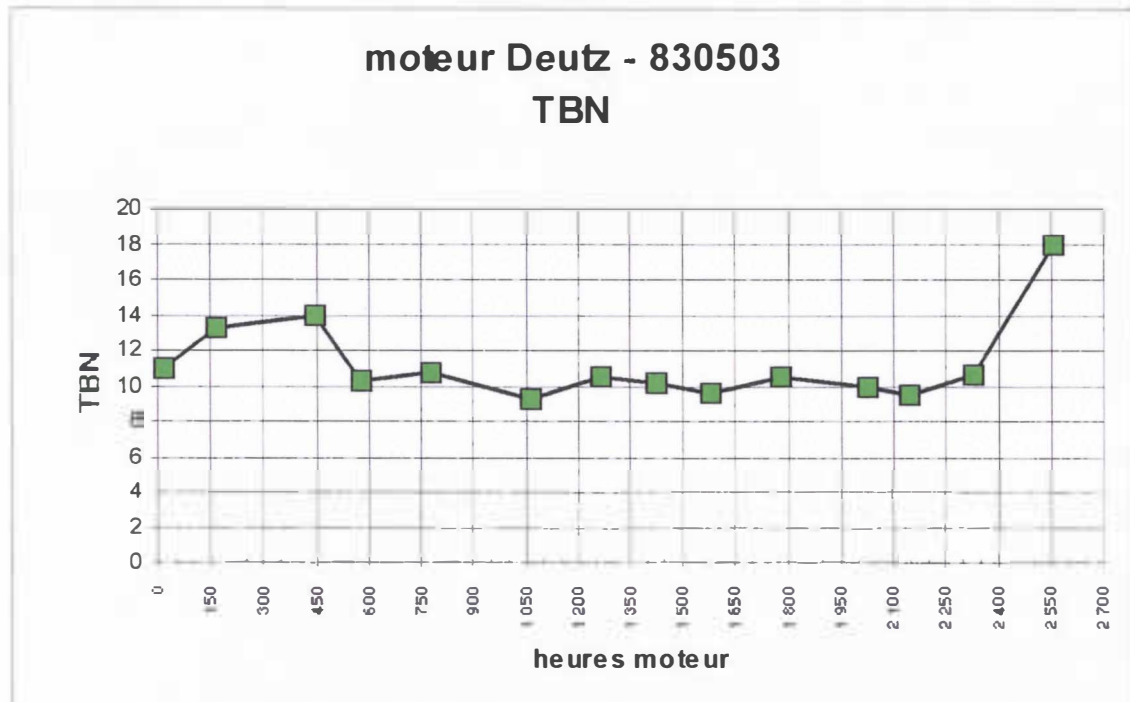


moteur Deutz - 830503
VISCOSITE A 40°C



moteur DEUTZ 830503
VIE





Contamination du lubrifiant par l'huile végétale

moteur DEUTZ 830503

En complément aux analyses Diagoparc (usure, pollution, caractéristiques produits), une analyse par chromatographie sur couche mince CCM a été employée en vue de détecter une éventuelle contamination du lubrifiant par l'huile brute de coprah employée en tant que carburant (100%) :

Les résultats sont les suivants :

h cumul	h delta	date échantill.	n°Diago	contamination par huile végét.
165	145	05 04 96	31731T	≤1%
446	281	01 08 96	31737T	≤1%
1063	2836	26 03 97	43025I	≤1%
1423	161	20 07 97	43012I	2%

Annexe 3 :

***mesure des émissions
dans les gaz
d'échappement***

Point de mesure et facteurs de pondération

Cycle	APPLICATION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Point de mesure
B	Universel	Vitesse nominale					Vitesse intermédiaire					Ralenti	Vitesse
		100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0	Couple
C1	Véh. & équip. indus. non routier moyen. ou fortement chargés	0,15	0,15	0,15	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	0,15	Facteur de pondération
C2	Véh. non routier, équip. indus. faiblement chargés	0,07	-	-	-	0,23	0,07	-	-	0,38	-	0,25	
D1	Appl. vitesse constante	0,3	0,5	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
D2	Groupe de puissance	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	
E1	Moteurs de bateaux de plaisance	0,06	-	-	-	-	-	0,14	0,15	0,25	-	0,4	
E2	Moteur à vitesse const. pour la propulsion de bateaux	0,2	0,5	0,15	0,15	-	-	-	-	-	-	-	
E3	Appl. "Heavy Duty"	0,2	-	-	-	-	-	0,5	0,15	0,15	-	-	
F	Appl. ferroviaire	0,25	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	0,6	
G1	Moteur allumage commandé - Tondeuse à gazon	-	-	-	-	-	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	0,05	
G2	Moteur allumage par compression - Tondeuse à gazon	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	-	-	-	-	-	-	
G3	Outils portables	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	

1) Applications tracteurs

Les dates d'introduction sont liées aux **dates d'immatriculation des tracteurs** :

Date	Gamme de puissance kW	NOx g/kW.h	HC g/kW.h	CO g/kW.h	Part. g/kW.h
Oct 97	560 > P ≥ 130	9,20	1,3	5,0	0,54
Oct 97	130 > P ≥ 75	9,20	1,3	5,0	0,70
Oct 98	75 > P ≥ 37	9,20	1,3	6,5	0,85

2) Equipements mobiles

Les dates d'introduction sont liées aux **dates de construction des moteurs** :

Date	Gamme de puissance kW	NOx g/kW.h	HC g/kW.h	CO g/kW.h	Part. g/kW.h
31 Déc 96	560 > P ≥ 130	9,20	1,3	5,0	0,54
31 Déc 97	130 > P ≥ 75	9,20	1,3	5,0	0,70
31 Déc 98	75 > P ≥ 37	9,20	1,3	6,5	0,85

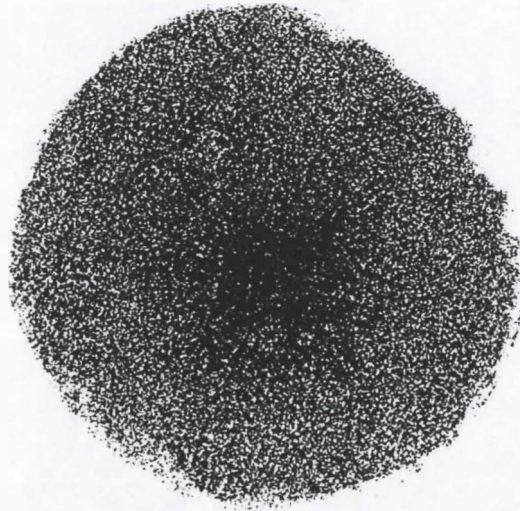
La seconde étape devrait être mise en vigueur 5 ans après la première.

Réglementations américaines (E.P.A.)

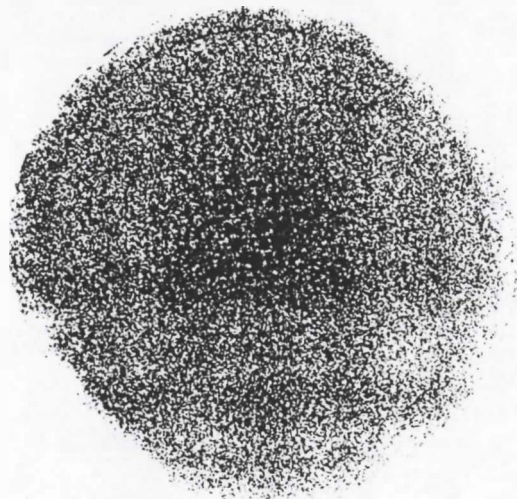
Date	Gamme de puissance kW	NOx g/kW.h	HC g/kW.h	CO g/kW.h	Part. g/kW.h
01 Jan 99	P > 560	9,2	-	-	-
01 Jan 96	560 > P ≥ 130	9,2	1,3	11,4	0,54
01 Jan 97	130 > P ≥ 75	9,2	-	-	-
01 Jan 98	75 > P ≥ 37	9,2	-	-	-

Note : Réglementation fumée identique à celle des véhicules routiers U.S.

FUMEE AU FIOUL



FUMEE A L'HUILE DE COPRAH



Essais du groupe Ouvéa à l' HUILE DE COPRAH

Mode	1	2	3	4	5
Régime rpm	1500	1500	1500	1500	1500
Charge %	100	75	50	25	10
Puiss. kW mot	65	50	33.5	17	6.8
Conso l/h	24.5	19.1	13.8	10.1	7.2
HC ppm V	63	66	68	57	54
NOx ppm V	464	516	329	177	116
CO ppm V	375	242	171	186	195
CO ₂ %	9.8	7	4.8	3.3	2.4
O ₂ %	8	11.6	14.6	16.5	17.7

Résultat des mesures au coprah selon le cycle D2 en 5 modes

	R49	D2	eur oct 98 / 75 kW > P > 37 kW
CO g/kW/h	11.2	3.9	6.5
HC g/kW/h	2.4	0.8	1.3
NOx g/kW/h	14.4	9.3	9.2

Essais du groupe Ouvéa au FUEL

mode	1	2	3	4	5
régime rpm	1500	1500	1500	1500	1500
charge %	100	75	50	25	10
puiss. kW mot	65	50	33.5	17	6.8
conso l/h	23.2	18	12.8	9.6	6.8
HC ppm V	58	62	64	52	55
NOx ppm V	580	573	380	240	142
CO ppm V	230	170	165	140	161
CO ₂ %	9.1	6.8	4.6	3.2	2.3
O ₂ %	8.5	11.7	14.7	16.5	17.7

Résultat des mesures au fuel selon le cycle D2 en 5 modes

	R49	D2	eur oct 98 / 75 kW > P > 37 kW
CO g/kW/h	11.2	3.1	6.5
HC g/kW/h	2.4	0.6	1.3
NOx g/kW/h	14.4	11	9.2

Aldéhydes-cétones 10-6 g /cartouches	830503 au F.O.D	830503 à l'huile de coprah
Formaldéhyde	0.802	4.094
Acétaldéhyde	0.539	2.110
Acétone	-	-
Acroléine	0.301	0.540
Propioaldéhyde	-	-
Crotonaldéhyde	-	-
Méthyl éthyl cétone	-	-
Méthacroléine	-	-
Iso+n-Butyraldéhydes	0.306	0.722
Benzaldéhyde	0.186	0.420
Iso-Valéraldéhyde	-	-
n-Valéraldéhyde	-	-
o-tolualdéhyde	0.080	0.160
m+p-Tolualdéhydes	0.034	0.188
Iso-Hexanaldéhyde	-	-
n-Hexanaldéhyde	-	-
n-Heptanaldéhyde	-	-
n-Octanaldéhyde	-	-

H.A.P. 10-9 g / filtros	830503 au F.O.D	830503 à l'huile de coprah
Fluoranthène	5.9	7.4
Pyrène	7.0	11.1
BbN(21d)T		
Benzo (ghi) fluoranthène	2.4	6.2
Benzo (a) anthracène	4.2	2.3
Chrysène + Triphénylène	6.0	10.8
Benzo (b) fluoranthène	8.4	9.4
Benzo (k) fluoranthène	3.4	5.3
Benzo (o) pyrène	11.5	15.2
Benzo (a) pyrène	5.6	7.8
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	14.0	10.2
Dibenzo (ah) anthracène	17.6	8.0
Benzo (ghi) pérylène	22.6	20.4
Coronène	5.3	3.3

Annexe 4 :

Fiche d'entretien du groupe

(source : G. Le THIEC)

SUIVI TECHNIQUE DU GROUPE D'OUVEA

DATES	NBRE D'HEURES	TRAVAUX OU EVENEMENTS	OBSERVATIONS
20/06/95	20	VIDANGE	TEST DE FAISABILITE ET CONTROLE
27/09/95	0	DEMARRAGE DE L'EXPLOITATION DU GROUPE	PAR G. VAITILINGOM
	165	1 ^{RE} VIDANGE - HUILE COFRAN 15 W 40	
05/04/96	281	VIDANGE - HUILE COFRAN 15 W 40	
01/08/96	446	VIDANGE - HUILE SHELL RIMULA 15 W 40	- CHGT FILTRE HUILE LUBRIFIANT
28/08/96	482	CHGT FILTRE PARKER (HUILE CARBURANT)	CONSTAT : FILTRE A PEIGNES INUTILISE
13/09/96		PANNE : NON IDENTIFIEE : TEMPO	
07/ 10/97		ARRIVEE A LIENNARD	DEPANNAGE GROUPE EN 2 HEURES LE 09/10/96
10 AU 17/10/96		MONTAGE NOUVELLE ARMOIRE ELECTRIQUE - INSTALLATION DU CRI0 DU BOUTEUR - DME EN PANNE	
25/10/96		PANNE : FILTRE PARKER FONDU	REPARATION PROVISoire PAR JOSEPH
28/10/96	628	VIDANGE - HUILE RIMULA 15 w 40	- CHGT FILTRES HUILES : LUBRIFIANT ET CARBURANT
14/11/96	669	MONTAGE VOYANT ROUGE SUR COUP DE POING - DEPLACEMENT GROUPE VERS TROUEE D'AERATION	- PERFORATIONS BAS ARMOIRE ET- MONTAGE PANNEAU ANTICALORIES - FIXATION TOLE HANGAR
18/12/96	780	VIDANGE - HUILE RIMULA 15 W 40	- CHGT : FILTRE PARKER PRECEDEMMENT FONDU, + DIFFUSEUR + RESISTANCE
15/01/97	784	PROBLEMES DE DEMARRAGE	REFAIT NIVEAU EAU BATTERIE : + 5 L. (EAU DE PLUIE CITERNE)
12/02/97	875	VIDANGE - HUILE RIMULA 15 w 40	CHGT FILTRE HUILE CARBURANT CHGT FILTRE HUILE LUBRIFIANT MOTEUR
25/03/97	1065	VIDANGE - HUILE RIMULA 15 w 40	CHGT FILTRE A AIR CHGT FILTRE A GASOLE
06/05/97	1172	PRISE DE DONNEES	
21/05/97	1255	" "	
23/05/97	1262	VIDANGE - HUILE RIMULA 15 w 40	CHGT FILTRE HUILE COPRAH CARBURANT CHGT FILTRE HUILE LUBRIFIANT MOTEUR
20/06/97	1423	VIDANGE -HUILE SHELL RIMULA 15 w 40	FUITE AU JOINT SORTIE ARBRE VILEBREQUIN
16/07/97	1581	VIDANGE -HUILE SHELL RIMULA 15 w 40	CHGT FILTRE HUILE COPRAH CARBURANT CHGT FILTRE HUILE LUBRIFIANT MOTEUR
28/07/97	1650	REMPLACEMENT FILTRE HUILE CARBURANT	
14/09/97	1781	VIDANGE (PAR JOSEPH SEUL) SHELL RIMULA 15 w 40	
05/09/97	2024	VIDANGE (GLT) SHELL RIMULA 15 x 40	CHGT FILTRE HUILE CARBURANT
16/09/97	2061	RELEVÉ MESURES	
01/10/97	2144	VIDANGE (HUILE ACTIVA 7000 15 w 50) CHGT FILTRE LUBRIFIANT	REMPLACEMENT INJECTEURS + TARAGE (200 B) REMPLACEMENT BOUGIES DE PRECHAUFFAGE REGLAGE CULBUTEURS

Annexe 5 :

Coût de trituration pour
400 t./an

(source : J.P. DANFLOUS)

COUTS DE TRITURATION POUR UNE PRODUCTION ANNUELLE DE 400 TONNES DE COPRAH

Hypothèses	
Coprah	
% huile	64
% eau	5
% MS	31
Heures presse/ jour	6,5
Heures totales/jour	8
Prix M.O. Francs/heure	600
Prix coprah Francs/kg	42
Prix tourteau francs/kg	30
Frais financiers/an	7,50%

PRESSES	MECANIQUE MODERNE
tonnage coprah/an	400
tonnage huile/an	232
% extraction	58
% huile dans tourteau	16,22
Durée de vie	15
Prix équipement CFP	32 721 235
Capacité presse kg coprah/heure	300
Nbre Ouvrier	4
Entretien huilerie (heures/semaine)	16
Nombre jours trituration/semaine	4
Entretien générateur F/heure	300
Entretien presse F/heure	2 727
Coût responsable section	100 000
Prime de rendement (F/tonne)	7 200
Coût directeur (F/mois)	0
Assurances F/an	300 000
coût sacs vide de tourteau	30
Poids du sac de tourteau (kg)	25
Frais généraux	10%
Impôts et taxes (F/an)	0
Valeur fûts (F/tonne)	2 000
Frêt NOUMEA/OUVEA (F/tonne)	4 000
Frêt OUVEA/NOUMEA (F/tonne)	6 500
Consommation (l/heure)	15
Coût du carburant (F/l)	73

PRESSES	AVEC AMORTISSEMENT	SANS AMORTISSEMENT
Nombre d'heures presse /an	1 333	1 333
Nombre d'heures groupe /an	1 641	1 641
tonnes d'huile par an	232	232
Prix M.O./kg d'huile	22,65	22,65
Coût gérant/kg huile	12,37	12,37
Coût directeur/kg huile	0,00	0,00
Amortissement/kg d'huile	9,40	0,00
Frais financiers	2,90	2,90
Entretien réparation presse	15,67	15,67
Entretien réparation générateur	1,72	1,72
Achat coprah/kg d'huile	72,41	72,41
Carburant	8,57	8,57
Assurances	1,29	1,29
Impôts et taxes	0,00	0,00
Total cout/kg d'huile	147,00	137,59
Vente tourteau/ kg d'huile produite	18,37	18,37
Résultat trituration/kg huile	128,62	119,22
Frais généraux	11,92	11,92
Frais financiers	0,43	0,43
Valeur huile départ huilerie	165,37	131,57
Transport huile (F/tonne)	12,50	12,50
Valeur huile rendu quai NOUMEA	177,87	144,07

NOUVELLE CALEDONIE - ENERGIE - BIOCARBURANT HUILE DE COPRAH

RESUME

L'objectif de l'opération menée de septembre 95 à décembre 97 était de valider la possibilité d'emploi d'huile de coprah brute seule ou en mélange avec du fioul ou du gazole dans des moteurs diesels faiblement transformés.

Le groupe électrogène de 90 KVA mis en service dans l'huilerie de la Coopérative Agricole et Aquacole des Producteurs d'Ouvéa (CAAPO) en Nouvelle Calédonie, totalisait en mars 1998 près de trois mille heures de fonctionnement avec de l'huile brute de coprah comme carburant.

Ce rapport fait le bilan du suivi mené pendant 2500 heures.

Cette opération pilotée par la Province des Iles Loyauté et le CIRAD est certainement exceptionnelle dans le Pacifique Sud et peut être inédite dans le monde par sa taille et son contexte.